

# Generación de textos adaptativa a partir de una elección léxica basada en emociones

---

por Susana Bautista Blasco

Trabajo de investigación para el  
Máster en Investigación en Informática

Especialidad en Sistemas Inteligentes

Universidad Complutense de Madrid

2008

Dirigido por

Pablo Gervás Gómez-Navarro

Alberto Díaz Esteban



---

# Agradecimientos

El presente trabajo debe lo mejor que pueda ofrecer a la orientación, sugerencias y ánimo de sus directores, el profesor Dr. Don Pablo Gervás Gómez-Navarro y el profesor Dr. Don Alberto Díaz Esteban, del Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial (DISIA) de la Universidad Complutense de Madrid que me han acompañado a lo largo de este tiempo.

No puedo olvidarme de dar las gracias a la profesora Doña M<sup>a</sup> de las Mercedes Gómez Albarrán, quién ante mi mar de dudas meses atrás, me animó a tomar una decisión en mi camino, confiando en mis posibilidades y creyendo en mí.

Me gustaría agradecer la ayuda que siempre me ha ofrecido mi grupo de investigación de NIL (Natural Interaction based on Language) a lo largo de estos meses. Contar con su apoyo, disposición y confianza, motivan a una a seguir trabajando día tras día.

Por supuesto, agradecer el apoyo incondicional y el cariño que mi inspira mi madre, la confianza que tienen depositada en mí, mi padre y mis hermanos y la preocupación de mis amigos, que han confiado en mí desde el primer momento, que han sufrido y se han alegrado conmigo y que siempre están a mi lado, apostando por mí.

Le dedico este trabajo, a mi sobrino *David*, que es la luz que alumbra mi camino esos días en los que una no es capaz de ver brillar el sol.



---

# Resumen

La generación automática de lenguaje natural es un tema muy amplio que abarca muchos sistemas, diferentes técnicas y diversos resultados. Cuando hablamos de generación de lenguaje natural nos referimos a la capacidad de traducir información no lingüística de entrada a la máquina, a un texto legible por humanos.

Los sistemas desarrollados hasta el momento son capaces de generar dos tipos de textos. Los textos objetivos en los que se presenta información en un dominio concreto, por ejemplo, información meteorológica, y los textos subjetivos en los que se generan historias donde la carga semántica aumenta mucho. En los textos objetivos, las connotaciones emocionales no influyen, ya que por ejemplo, para dar un informe sobre una máquina, la información es objetiva y no tiene carga emocional. Pero a la hora de generar historias, la carga emocional entra en juego e influye en la generación de los textos. No es lo mismo generar historias con carga emocional de tristeza que de euforia.

Según el enfoque clásico, las etapas de un generador de texto son principalmente tres: la planificación del contenido, la planificación de las frases y la realización lingüística. La información emocional puede influir en distintas fases de las etapas de la generación de lenguaje, pero en la propuesta desarrollada en este trabajo, las connotaciones emocionales entran en juego en la fase de elección léxica, perteneciente a la etapa de planificación de frases de un generador.

En este trabajo fin de máster, se presenta un nuevo módulo para la fase de elección léxica en el que a parte de recibir el término a lexicalizar, recibe información emocional. El módulo recibe como entrada el término y la información emocional, utilizando recursos léxicos y emocionales, genera como salida la opción léxica más apropiada. A la hora de elegir la opción léxica más apropiada para el término de entrada, se tiene en cuenta esa información emocional para conseguir una generación adaptativa.



---

# Abstract

Automatic Natural Language Generation is a very broad concept which covers many systems, different techniques and varying results. Natural Language Generation is a set of technologies and Artificial Intelligence models which try to translate non-linguistic information to human readable texts.

Nowadays, NLG systems are able to generate two different kinds of texts: objective texts where information is presented in a specific scope and subjective texts from which stories are generated and semantic load is very important. Emotional connotations have no influence on objective texts. For example, to report about a machine, the information is objective and it has not semantic load. But when it is time to generate stories the semantic load has influence on the text generation.

The main stages of a text generator are three: content planning, sentence planning and surface realizing. Emotional information can have influence on different phases of the Natural Language Generation but in the our approach, the semantic load has influence on the lexical choice phase belonging to the sentence planning stage of a generator.

This work describes a new module for the lexical choice phase where inputs are the term and the semantic load. The inputs are the term and emotional information, using lexical and emotional resources, the module generates the most suitable lexical choice as output. When choosing the most suitable lexical choice to the input term, the semantic load is taken into account in order to achieve an adaptive generation.





---

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>13</b>
1.1. Descripción del problema . . . . .	14
1.2. Motivación y objetivos . . . . .	16
1.3. Estructura de la memoria del trabajo de investigación . . . .	18
<b>2. Estado del arte</b>	<b>21</b>
2.1. Generación de Lenguaje Natural . . . . .	21
2.1.1. Etapas de la Generación de Lenguaje Natural . . . . .	21
2.1.2. Generación de textos objetivos en Lenguaje Natural .	23
2.1.3. WeatherReporter . . . . .	24
2.1.4. FOG . . . . .	24
2.1.5. IDAS . . . . .	26
2.1.6. ModelExplainer . . . . .	27
2.1.7. PEBA . . . . .	27
2.1.8. STOP . . . . .	28
2.1.9. TAP: a Text Arranging Pipeline . . . . .	28
2.1.10. Generación de textos subjetivos, historias . . . . .	32
2.1.11. MINSTREL . . . . .	33
2.1.12. MEXICA . . . . .	35
2.1.13. BRUTUS . . . . .	37
2.1.14. Cast . . . . .	40
2.2. Fase de Elección Léxica . . . . .	41
2.2.1. Factores que influyen en la lexicalización . . . . .	42
2.2.2. Técnicas y sistemas de lexicalización . . . . .	43
2.2.3. Diccionario léxico: el lexicón mental . . . . .	47
2.2.4. WordNet . . . . .	52
2.2.5. Ontologías léxicas . . . . .	60
2.3. Inteligencia emocional . . . . .	61
2.3.1. La emoción humana . . . . .	62
2.3.2. Teorías de las emociones . . . . .	65
2.3.3. ANEW: Affective Norms for English Words . . . . .	66
2.3.4. The General Inquirer . . . . .	66
2.3.5. LEW: List of Emotional Words . . . . .	67

<b>3. Modelo para llevar a cabo una elección léxica emocional</b>	<b>73</b>
3.1. Definición del modelo abstracto . . . . .	75
3.1.1. Fase 1: Desambiguar el significado . . . . .	76
3.1.2. Fase 2: Recopilar opciones léxicas . . . . .	76
3.1.3. Fase 3: Asignar connotaciones emocionales . . . . .	77
3.1.4. Fase 4: Elegir opción léxica . . . . .	77
3.2. Modelo propuesto . . . . .	79
3.2.1. Fase 1: Desambiguar el significado . . . . .	80
3.2.2. Fase 2: Recopilar opciones léxicas . . . . .	81
3.2.3. Fase 3: Asignar connotaciones emocionales . . . . .	81
3.2.4. Fase 4: Elegir opción léxica . . . . .	82
3.3. Prototipo implementado . . . . .	84
3.3.1. Fase 1 y 2: Desambiguar el significado y recopilar op- ciones léxicas . . . . .	85
3.3.2. Fase 3: Asignar connotaciones emocionales . . . . .	87
3.3.3. Fase 4: Elegir opción léxica . . . . .	88
3.4. Validación . . . . .	89
<b>4. Discusión y resultados</b>	<b>93</b>
4.1. Resultados . . . . .	93
4.1.1. Caso 1: elección aleatoria de la opción léxica más ade- cuada . . . . .	94
4.1.2. Caso 2: elección de la palabra que había . . . . .	95
4.1.3. Caso 3: elección de la opción léxica más adecuada . . . . .	98
4.2. Discusión . . . . .	100
4.3. Principales aportaciones . . . . .	101
<b>5. Conclusiones y trabajo futuro</b>	<b>103</b>
5.1. Estado actual del trabajo . . . . .	104
5.2. Mejoras del sistema . . . . .	105
5.2.1. Ampliar la Lista de palabras emocionales . . . . .	105
5.2.2. Resolver la desambiguación del significado . . . . .	106
5.2.3. Mejorar la adaptación . . . . .	107
5.2.4. Uso de otros recursos software . . . . .	108
5.2.5. Mejorar el sistema de evaluación . . . . .	109
<b>A. Ejemplo de dimensiones emocionales</b>	<b>117</b>
<b>B. Recurso léxico construido</b>	<b>119</b>

---

# Índice de figuras

2.1. Proceso de Generación de Lenguaje Natural . . . . .	23
2.2. Resumen del tiempo de Febrero de 1995 . . . . .	24
2.3. Entrada de FOG: Sistema meteorológico sobre Canadá . . . . .	25
2.4. Salida de FOG . . . . .	26
2.5. Entrada al sistema STOP . . . . .	29
2.6. Salida del sistema STOP . . . . .	29
2.7. Módulos de TAP . . . . .	32
2.8. Interfaz de WordNet 2.0 . . . . .	55
2.9. Modelo circular del sistema afectivo . . . . .	65
2.10. Categorías emocionales . . . . .	67
2.11. Dimensiones emocionales . . . . .	68
2.12. Escala dimensional según SAM: evaluación, activación y control . . . . .	69
3.1. Módulos de un generador . . . . .	74
3.2. Módulo de elección léxica . . . . .	74
3.3. Modelo abstracto de la elección léxica emocional . . . . .	75
3.4. Fase 1: Desambiguar el significado . . . . .	76
3.5. Fase 2: Recopilación de las opciones léxicas . . . . .	77
3.6. Fase 3: Asignación de las connotaciones emocionales . . . . .	78
3.7. Fase 4: Elección de la opción léxica más adecuada . . . . .	78
3.8. Fases del módulo de elección léxica . . . . .	79
3.9. Módulo de elección léxica emocional implementado . . . . .	80
3.10. Fase 1 propuesta: Desambiguación del significado . . . . .	81
3.11. Fase 2 propuesta: Recopilación de opciones léxicas . . . . .	81
3.12. Fase 3 propuesta: Asignación de connotaciones emocionales . . . . .	82
3.13. Fase 4 propuesta: Elección de la opción léxica . . . . .	83
3.14. Módulo de elección léxica emocional para un ejemplo concreto . . . . .	86
3.15. Fase 1 y 2 del prototipo implementado: recopilación de opciones léxicas . . . . .	86
3.16. Fase 1 y 2 del ejemplo implementado: recopilación de opciones léxicas . . . . .	87
3.17. Fase 3 del ejemplo implementado: Asignación de connotaciones emocionales . . . . .	87

3.18. Elección de la opción léxica en el ejemplo . . . . .	88
3.19. Espacio bidimensional de las dimensiones emocionales . . . .	89
3.20. Módulo de elección léxica final para el ejemplo “beautiful” . .	90
4.1. Módulo de elección léxica emocional para un caso concreto .	94
4.2. Espacio bidimensional para las dimensiones emocionales de “great” . . . . .	95
4.3. Módulo de elección léxica emocional para un caso concreto .	96
4.4. Espacio bidimensional para las dimensiones emocionales de “regular” . . . . .	97
4.5. Módulo de elección léxica para el término “regular” . . . . .	97
4.6. Módulo de elección léxica emocional para un caso concreto .	98
4.7. Espacio bidimensional para las dimensiones emocionales de “bad” . . . . .	99
4.8. Módulo de elección léxica para el término “bad” . . . . .	99

---

## Capítulo 1

# Introducción

La Generación de Lenguaje Natural (GLN), es un subárea del Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN)-subcampo, a su vez, de la Inteligencia Artificial (IA) y relacionada con la Lingüística y otras Ciencias Cognitivas-se encarga de la tarea de traducir datos representados en una máquina según un esquema subyacente no lingüístico en un texto literal legible por humanos [Reiter y Dale2000].

La Generación de Lenguaje Natural es una disciplina relativamente reciente y aunque tiene sus orígenes en la década de 1960, no ha sido tratada como una materia con entidad propia hasta la década de 1980.

En relación con las Ciencias Cognitivas y la Lingüística, la Generación de Lenguaje Natural proporciona un punto de vista importante y único sobre algunos de los problemas y cuestiones fundamentales que se presentan en ellos [Reiter y Dale2000]:

- ¿Cómo deben interactuar las computadoras con las personas? ¿Cuál es el mejor modo de que la máquina comunique información a un ser humano? ¿Qué tipo de comportamiento espera una persona de una computadora con la que se está comunicando y cómo se puede implementar este comportamiento? Estas son cuestiones básicas de la interacción humano-computadora, un área de la informática cada vez más importante, dado que uno de los aspectos por los que se juzga la calidad del software es su facilidad de uso.
- ¿Qué características hacen que un lenguaje sea legible o apropiado en una situación comunicativa? ¿Cómo se pueden formalizar las restricciones pragmáticas, semánticas, sintácticas y psicolingüísticas? ¿Qué papel desempeña el contexto en la elección del lenguaje adecuado? Estos temas son cuestiones básicas en la Lingüística y también importantes en la Filosofía, la Sociología y la Psicología; y como tales, en la Ciencia Cognitiva.
- ¿Cómo pueden convertirse las representaciones de información comu-

nes, en representaciones adecuadas para los seres humanos? ¿Qué tipo de modelos del dominio y del mundo, y de razonamiento asociado se requieren para traducir la información de las representaciones de la computadora a una lengua, con su vocabulario y estructura orientados a un ser humano? Estas preguntas ponen de relieve algunos aspectos acerca de cómo se puede modelar la inteligencia humana y cómo se puede simular en una computadora, lo que constituye uno de los objetivos de la Inteligencia Artificial.

La Generación de Lenguaje Natural se subdivide en varias etapas concretas, cada una de ellas trabaja sobre un nivel distinto de representación lingüística (semántico, léxico, sintáctico. . . ). La Generación de Lenguaje Natural se puede aplicar en dominios donde los objetivos de comunicación y las características de los textos a generar son muy distintos.

Las etapas significativas de un generador de lenguaje natural son: la *planificación del texto* que consiste en la elección del contenido del mismo. Esta etapa comprende dos operaciones: determinación del contenido y planificación del discurso. Otra etapa es la de *planificación de las frases*, que crea a partir del contenido las estructuras de frases. Esta etapa agrupa tres operaciones: agregación, la elección léxica y generación de expresiones de referencia. Y la última etapa de *realización lingüística* que engloba dos operaciones: la realización sintáctica y morfológica, y la realización ortográfica.

Los sistemas desarrollados hasta el momento sólo pueden utilizarse, en el mejor de los casos, como apoyo en la realización de algunos de los módulos del nuevo sistema; primero porque se han construido específicamente para un dominio, de forma que adoptan soluciones particulares que no son generalizables, y, segundo, porque normalmente solo se tiene acceso a información muy general sobre ellos o sobre algún método utilizado en una tarea concreta, es decir, no se dispone de documentación que explique detalladamente la construcción de esos sistemas.

Un generador de lenguaje natural típicamente tiene acceso a un gran conjunto de conocimiento del cual ha de seleccionar información para presentársela a los distintos usuarios. El generar texto es pues, un problema de toma de decisiones con múltiples restricciones: de conocimiento proposicional, de herramientas lingüísticas disponibles, de los objetivos de la comunicación del usuario a quien se dirige el texto, y de la situación y del discurso pasado. Se trata de identificar los factores involucrados en este proceso y de determinar la mejor forma de representar estos factores y sus dependencias.

## 1.1. Descripción del problema

El problema ante el cual nos encontramos, es que la generación de textos no es adaptativa. Contamos con mucha información que podría intervenir a lo largo de las distintas etapas de un generador que no se considera que

influye en el texto generado. Somos conscientes de que los humanos manejamos información extra para determinar nuestra construcción de las frases y las expresiones verbales que utilizamos a la hora de comunicarnos. De ahí, la tarea de conseguir que toda la información que somos capaces de manejar, pueda ser considerada en la generación automática para conseguir una generación adaptativa.

La generación automática de textos adaptativa, desde el punto de vista mas global, puede ir determinada por el uso de modelos de usuario, en los que se guarda información del estado de ánimo y de la personalidad del individuo. Esta información es utilizada a lo largo de las distintas fases de la generación para conseguir una adaptación mas personalizada, ya que por ejemplo, los estados de ánimo afectan a la estructura de las frases, a la elección léxica, . . . . Y otro tipo de información como la edad puede entrar en juego en la generación, ya que no es lo mismo generar un cuento para un niño pequeño que para un adulto. Toda la información almacenada en el modelo de usuario nos proporciona datos significativos que ayudan a conseguir una generación adaptativa.

De toda la información perteneciente a un modelo de usuario, en este trabajo nos centramos en las emociones. Cuando hablamos de generación adaptativa, nos referimos con adaptación, a determinar el uso de unas palabras u otras basándonos en emociones. El sistema de generación de textos va a recibir como entrada la emoción con la que se va a generar y esa emoción entra en juego en la fase de elección léxica ya que influye en la expresión verbal elegida para cada concepto.

La elección léxica es una fase crítica en la Generación de Lenguaje Natural porque es donde se elige la palabra adecuada para un determinado concepto, en un contexto específico, siguiendo las restricciones y preferencias del sistema o del usuario. Hay que elegir de un recurso léxico las palabras que se van a usar para transmitir la información. La elección léxica implica decisiones significativas sobre la elección entre diferentes lexemas que representan esencialmente el mismo contenido proposicional.

A la hora de generar un texto, los sinónimos son importantes, ya que dependiendo de determinados factores, entre ellos la emoción con la que se genera el texto, se utilizará un sinónimo u otro. Tiene interés que los sistemas de lenguaje natural sean capaces de considerar esto para la generación. Podemos ver como ejemplo, la utilización en una frase de distintos sinónimos que representan el mismo concepto, pero con diferente emoción. La carga semántica varía dependiendo de la emoción con la que se está generando, así si la emoción es de alegría, podemos decir “*our beautiful city*” y si la emoción es mas neutral, podemos decir “*our fair city*”. Si la emoción es de ira, “*she destroyed the letter*” frente a la neutralidad que expresa “*she broke the letter*”.

Las palabras hacen lo que su dueño quiere que hagan: asustar, ilusionar, dormir, curar . . . . Un gran creativo tiene que conseguir crear los estados de

ánimo. Éstos son los que realmente interesan, porque un acto de compra es el desenlace de un estado de ánimo. Sin esta vivencia previa (de ansiedad, de ilusión, de seguridad, de entusiasmo) hacia el producto, no hay compra. Menos el pan, la leche y cuatro productos básicos, en todos los demás el estado anímico es fundamental. Cuanto menos imprescindible es el producto, más imprescindible es el estado de ánimo que empuja a adquirirlo. Y debe inventarlo el creativo. Ya que no sabemos con qué pie se habrá levantado ese día el receptor, tendremos que lograr que el propio mensaje produzca el estado ánimo que nos interesa. De ahí que los humanos, dependiendo del estado ánimo en el que nos encontremos, utilicemos un vocabulario u otro, no se expresa uno igual cuando está triste o deprimido, que cuando está ilusionado y eufórico, por eso, los sinónimos que representan el mismo concepto tienen asociadas connotaciones emocionales distintas. Por ejemplo, “*he devoured the cake*” tiene una carga emocional mas agresiva que “*he tasted the cake*” que es mas afectuosa, y los dos verbos representan la misma acción pero están cargados de emociones distintas.

En este trabajo de investigación se propone, siguiendo estas ideas, dotar a la fase de elección léxica de carga emocional, para que a la hora de generar, se tenga en cuenta la emoción con la que se está generando y decidir así que palabra utilizar dentro de la lista de palabras candidatas posibles. Se presenta como propuesta un modelo abstracto para implementar la fase de elección léxica emocional, usando para ello distintos recursos léxicos y emocionales que permitan adaptar la generación de texto, a la información emocional con la que se trabaja.

## 1.2. Motivación y objetivos

La Generación de Lenguaje Natural tiene como propósito la transmisión de una información determinada almacenada en un ordenador hacia un destinatario humano. La comunicación humana, entendiendo como tal la transmisión de información entre personas, es un campo que ha evolucionado paralelo al hombre, y, de hecho, ha sido uno de los motores del avance social humano.

Sin embargo, transmitir esta información no es una tarea trivial. Los humanos no nos ceñimos únicamente a enunciar los datos concretos que queremos que conozcan los receptores de la comunicación, sino que “moldeamos” esta información, preparando los mensajes de modo que, junto con el contexto, el estado de ánimo y otras formas de comunicación, se crean unidades de transmisión llenas de significado. Además, el discurso de los mensajes complejos añade aún más semántica, y en este tipo de mensajes creamos una gran cantidad de “submensajes” que ayudan a entender el contenido principal que quiere transmitirse (por ejemplo, la introducción en un artículo científico respecto del núcleo de la aportación de dicho artículo).



La mayoría de los textos que han sido generados automáticamente se caracterizan por una notable falta de naturalidad. Es sabido que los autores humanos, en el proceso de creación de contenido textual, son capaces de manejar una cantidad ingente de información y de conocimiento relacionados con lo que llamamos sentido común, lo que nos hace capaces de crear contenido más complejo que el que ahora pueden generar las máquinas automáticamente, dada nuestra capacidad de manejar y relacionar la semántica de los hechos que van a narrarse.

El contenido generado por los humanos va cargado emocionalmente, ya que los autores a la hora de escribir dotan, consciente o inconscientemente, de emociones sus textos. Esta característica emocional, hasta ahora en generación de lenguaje natural no se ha tratado. De ahí que los textos generados automáticamente estén faltos de emoción y no transmitan lo que un texto escrito por un humano puede llegar a transmitir. En otros campos de procesamiento del lenguaje como son la síntesis de voz o el marcaje de textos, sí que las emociones han sido tratadas.

Por tanto, cualquier aproximación computacional a la generación de textos que consiga resultados que se acerquen a los que producimos los humanos tiene interés desde varios puntos de vista, ya que hace posible emular, con mayor o menor parecido, tareas humanas que se extienden desde la generación de documentos informativos, con escaso contenido artístico [Oberlander y Mellish1998], hasta tareas más creativas de generación de cuentos, historias o poemas [Gervás2001].

Actualmente existen varios sistemas capaces de generar textos narrativos a partir de conocimiento. Sin embargo, las aportaciones que podemos encontrar en la literatura son extremadamente específicas y están orientadas a resolver problemas concretos de creación de la estructura del documento, o el formato final. Estos sistemas generalmente ofrecen, para ejemplos concretos, resultados aceptables, pero, en la mayoría de los casos, muy ajustados al dominio, y por lo tanto poco generales.

Por otra parte podemos encontrar sistemas de generación de textos más amplios, que pueden cubrir todo el proceso de generación de un texto, pero están, en su mayor parte, dedicados a fines muy concretos de generación de informes sobre conjuntos de datos. En estos sistemas el generador de textos maneja información muy objetiva, en la las emociones no entran en juego. Por ejemplo, de predicción meteorológica, o sobre arquitecturas de programación.

En este trabajo se pretende tomar un punto de vista diferente en cuanto a la generación de textos se refiere: Adaptar la generación de textos a la carga emocional con la que se genera. Una forma de llevar a cabo esta adaptación es que la fase de elección léxica esté condicionada por la emoción de entrada que determina el texto que se va a generar. Elegir una palabra u otra para representar un mismo concepto, va a depender de la emoción con la que se esté generando. Hay palabras que a pesar de la emoción de

entrada, no varían, y representan de igual manera al concepto independientemente de la emoción. Pero otras que variarán y harán que la generación del texto sea adaptativa dependiendo de la emoción. De ahí que la elección léxica tenga una carga emocional a la hora de generar el texto. Con esta propuesta intentamos conseguir un resultado que se aproxime de la mejor manera posible a los textos generados por autores humanos. Contamos con las limitaciones que ofrecen muchos de los recursos disponibles, tanto léxicos como emocionales, que se van a manejar en la etapa de elección léxica de un generador, que se presentan en esta propuesta.

### 1.3. Estructura de la memoria del trabajo de investigación

La presente memoria sobre el trabajo de investigación que se ha realizado está dividida en cinco capítulos. A lo largo de ellos se pretende exponer de un modo claro, conciso y detallado los aspectos sobre él que se consideran relevantes. La siguiente lista describe someramente cuál es el contenido que se pretende transmitir en cada parte:

- En este capítulo, la **Introducción**, se presentan el tema y la motivación de este trabajo de investigación.
- En el Capítulo 2, **Estado del arte**, se presenta el estado del arte de las investigaciones y tecnologías sobre las que se ha construido el sistema de generación de texto adaptativo.
- El Capítulo 3, **Modelo para llevar a cabo una elección léxica emocional**, explicamos con todo detalle la propuesta presentada en el trabajo.
- En **Discusión y resultados**, el Capítulo 4, se presentan una muestra de los resultados obtenidos. Y se discuten los principales puntos de nuestra aportación en relación con el trabajo previo, poniendo de manifiesto cuáles son las ventajas e inconvenientes.
- Finalmente, **Conclusiones y trabajo futuro** (Capítulo 5), resume la investigación realizada, resaltando los principales puntos, y ofrece una lista de tareas y ampliaciones posibles que pueden ser llevadas a cabo en futuras investigaciones.

Tras los capítulos y la bibliografía, se ha añadido unos apéndices:

- Apéndice (Apéndice A) en el que se puede ver una pequeña muestra de los adjetivos de la Lista de Palabras Emocionales utilizada en el trabajo, junto con sus sinónimos y las dimensiones emocionales asociadas.

- 
- Apéndice (Apéndice B), en el que se muestra algunos de los synsets contruidos en el recurso léxico utilizado en el prototipo implementado.



---

## Capítulo 2

# Estado del arte

A lo largo de este capítulo se ofrece una visión general de las técnicas, herramientas y sistemas que se han investigado para dar lugar a este trabajo. Esta recopilación sobre el estado del arte está dividida en tres secciones principales donde se cuentan las técnicas, ideas, y trabajos más importantes sobre los que se apoya esta investigación.

En la primera sección se habla de Generación de Lenguaje Natural, en la segunda trataremos los aspectos más importantes de una de las etapas de la generación, la fase de elección léxica, y en la última trata de abordar el tema de la emoción.

### 2.1. Generación de Lenguaje Natural

Atendiendo a las ideas presentes en [Callaway y Lester2001], habitualmente queda separada la generación pura de textos en lenguaje natural de la creación narrativa de historias. Por una parte, la generación de lenguaje natural se centra en los asuntos lingüísticos en el ámbito de las frases, mientras que la generación narrativa pretende resolver el problema de hilos de historia y personajes, refinando, generalmente, sucesivamente la solución desde los objetivos globales de la narración hasta las acciones de los personajes, progresivamente dando más detalle. Por este motivo dedicamos una sección a la Generación de textos y otra a la Generación automática de historias.

#### 2.1.1. Etapas de la Generación de Lenguaje Natural

La generación de texto en lenguaje natural, generalmente, está dividida en varias etapas secuenciales que, sucesivamente, refinan el contenido original hasta darle la forma necesaria de texto en un idioma

natural dado [Reiter y Dale2000]. De una manera simplificada, podemos decir que el proceso de generación de lenguaje natural típico se realiza aplicando diferentes operaciones complejas, que no han de ser sucesivas necesariamente, ni estar desacopladas. Son, someramente, las siguientes:

- *Planificación del texto*, que consiste en la elección del contenido que va a ser traducido a lenguaje natural, a partir del conocimiento de entrada y el objetivo del discurso. Comprende dos operaciones:
  - *Determinación del contenido*, o la decisión de qué elementos han de ser contados, y cuáles han de ser omitidos. Esta etapa es muy dependiente del dominio, y no es posible una gran generalización.
  - *Planificación del discurso*, que consiste en el establecimiento del orden en el que se cuentan el contenido del texto, y cómo se enlazan entre sí.
- *Planificación de las frases*, también conocida como *Microplanificación*, que recibe el contenido filtrado y ordenado que conformará la información que transmitir de la historia, y procesa los mensajes para crear estructuras de frases más cercanas a como las creamos los humanos. Agrupa tres tipos de procesos:
  - *Agregación*, que consiste en las operaciones de unir frases separadas con significados que las hacen poder estar escritas en una única elocución.
  - *Lexicalización*, etapa en la cual se decide qué palabras y frases específicas del lenguaje objeto van a ser usadas para describir los hechos.
  - *Generación de expresiones de referencia*, o cómo describir cada hecho de la historia teniendo en cuenta su colocación dentro del texto global.
- *Realización lingüística*, que, finalmente, enlaza el discurso haciendo la flexión gramatical de las partes, y establece una ortografía correcta. Engloba dos tipos de operaciones:
  - *Realización sintáctica y morfológica*, atendiendo a la flexión de las reglas gramaticales.
  - *Realización ortográfica*, o el ajuste de la escritura del texto a las reglas ortográficas de la lengua natural en la que se genera el mensaje final.

En la Figura 2.1 podemos ver el proceso de Generación de Lenguaje Natural.

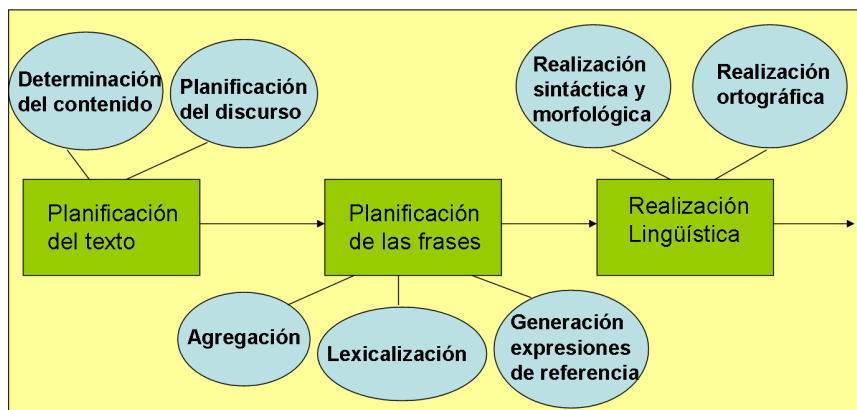


Figura 2.1: Proceso de Generación de Lenguaje Natural

### 2.1.2. Generación de textos objetivos en Lenguaje Natural

La Generación de Lenguaje Natural (GLN) es uno de los dos procesos principales en el campo del Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN). Éste se divide, según una taxonomía típica, en Generación de Lenguaje Natural (GLN) y Comprensión del Lenguaje Natural (CLN), que puede ser considerada, desde un punto de vista funcional, como la tarea inversa de la GLN, ya que la CLN está orientada a recibir mensajes en un idioma natural, de parte de un humano, y traducirlos a estructuras que pueden ser interpretadas o “entendidas” por una máquina, y la GLN comprende aquellos procesos inversos, es decir, de una representación computacional de un conjunto de datos, tratarlos de tal modo que se generen mensajes a partir de ellos en un lenguaje humano.

Los primeros trabajos relacionados con la GLN comenzaron entre los años cincuenta y sesenta del siglo XX. Básicamente eran primeras investigaciones dedicadas al estudio de la traducción automática. No fueron hasta los años setenta las primeras aportaciones que realmente separaron la GLN de la CLN, con las investigaciones de [Goldman1975, Davey1978]. En estos trabajos se puso de manifiesto que, en contra de lo que algunas corrientes científicas postulaban, la GLN no podía ser tratada como el proceso inverso de la CLN, puesto que estas dos disciplinas tienen problemas y características no complementarias o inversas.

Ya en los años ochenta, la investigación sobre la GLN experimentó un avance notable. Por ejemplo, los trabajos doctorales de McKeown y Appelt [McKeown1985], [Appelt1985] ejercieron una influencia notable en las técnicas e ideas que después iban a ser desarrolladas. Apa-

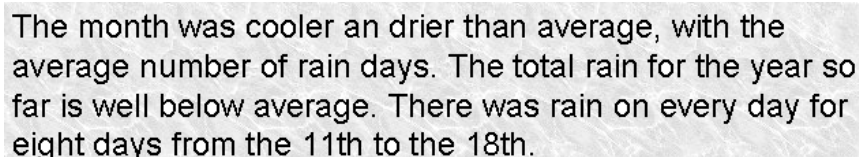
recieron los primeros congresos sobre GLN (International Workshop on Natural Language Generation, 1983), y cobró fuerza la tendencia de crear sistemas particulares sobre áreas más específicas de la GLN, dejando atrás los intentos de desarrollo de grandes sistemas de programación monolíticos que pretendían resolver muchos problemas de una manera acoplada.

Durante los años noventa y actualmente, la GNL sigue muchas de las tendencias y estudios iniciados en los años ochenta, y ha aparecido un interés grande en la fusión de técnica de generación textual de contenido con otras posibles representaciones de la realidad, como gráficos, sonido y animaciones. La creciente capacidad de cálculo y almacenamiento de los ordenadores modernos, además, ha facilitado y propiciado muchos avances que antes, por las restricciones de las plataformas de computación, no eran posibles.

En el siguiente apartado presentamos las etapas de la GNL y en los restantes, una pequeña introducción de algunos de los sistemas más destacados de la generación de textos en Lenguaje Natural.

### 2.1.3. WeatherReporter

La finalidad de *WeatherReporter* es proporcionar en inglés informes retrospectivos del tiempo sobre periodos de duración de un mes. Su entrada es un conjunto de datos numéricos recogidos automáticamente por mecanismos meteorológicos y de ellos produce como salida pequeños textos de uno o dos párrafos de longitud. La aplicación es bastante sencilla, está implementada usando Perl y XML. La Figura 2.2 muestra un ejemplo del texto producido por el sistema. Proporciona información de las temperaturas y riesgos de lluvia durante todo el mes. Los textos pueden ser muy distintos unos de otros dependiendo de la naturaleza de los datos recogidos.



The month was cooler and drier than average, with the average number of rain days. The total rain for the year so far is well below average. There was rain on every day for eight days from the 11th to the 18th.

Figura 2.2: Resumen del tiempo de Febrero de 1995

### 2.1.4. FOG

El sistema FOG [Goldberg, Driedgar, y Kittredge1994] genera pronósticos meteorológicos textuales de simulaciones numéricas producidas por



un supercomputador y anotadas por un meteorólogo humano. Más en concreto, toma como entrada una predicción numérica de la velocidad del viento, tipo e intensidad de las precipitaciones y otros fenómenos meteorológicos de una región dada y un intervalo de tiempo especificado. Y produce como salida un resumen textual de esta información.

El sistema produce textos en Inglés y en Francés. Es un sistema multilingüe. Internamente, FOG primero produce una representación abstracta independiente del lenguaje del texto que representa la previsión meteorológica y luego lo mapea para cada lenguaje de salida usando una gramática apropiada y los recursos léxicos necesarios.

El sistema FOG fue desarrollado por CoGenTex y es usado desde 1993.

Un ejemplo de la interpretación gráfica de algunas entradas del sistema FOG se puede ver en la Figura 2.3 que representa el sistema de predicción meteorológica del Norte de Canadá a 0600 GMT el día 14 de Agosto de 1998. Un ejemplo de la salida del sistema se muestra en la Figura 2.4, es la previsión marina emitida a las 04:25 EDT (09:25 GMT) el 13 de Agosto de 1998, y describe la predicción meteorológica sobre varios puntos del Norte de Canadá. Como es una previsión marina, hace énfasis en el viento y en la información sobre las precipitaciones y no dice nada sobre la temperatura. Otros tipos de informes hacen énfasis en diferente información.

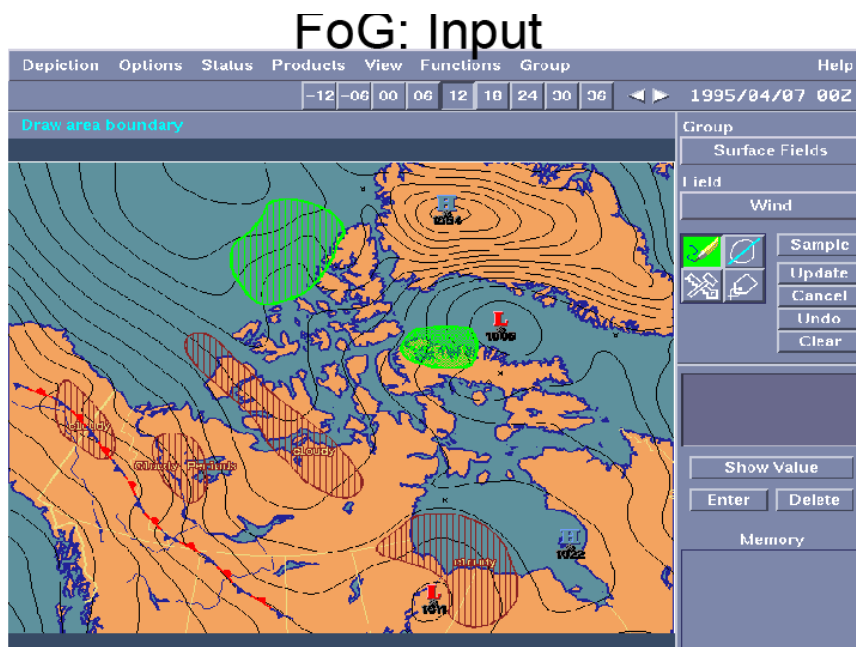


Figura 2.3: Entrada de FOG: Sistema meteorológico sobre Canadá

Los textos producidos por FOG nos son muy emocionantes, pero son

## FoG: Output

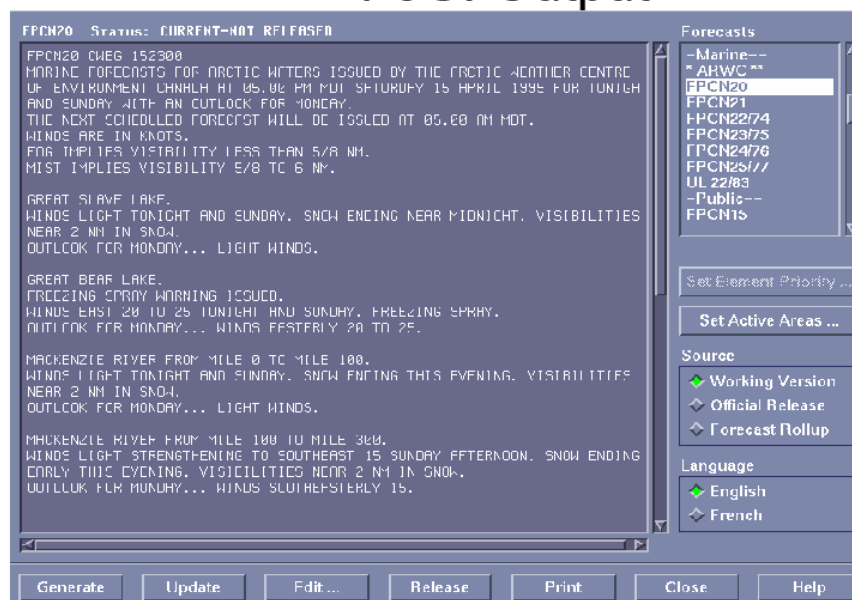


Figura 2.4: Salida de FOG

útiles y mas difíciles de generar de lo que parecen. Una complejidad en el sistema es que debe decidir que detalles de la información debe proporcionar. Necesita decidir cuando puede usar términos temporalmente inexactos como *this evening* o *early Friday evening* y cuando debe usar frases más precisas como *midnight*.

### 2.1.5. IDAS

El sistema IDAS [Reiter, Mellish, y Levine1995] genera automáticamente documentos online con mensajes de ayuda para los usuarios de un sistema complejo, usando información almacenada en una base de conocimiento que describe el sistema. La aplicación produce textos en respuesta a las consultas de los usuarios. En los textos, hay palabras subrayadas que corresponden a hipervínculos que pueden ser consultados; cada click produce un nuevo texto. Los documentos son generados dinámicamente a partir de la base de conocimiento en tiempo de ejecución.

IDAS puede variar las Expresiones de Referencia que usa para referirse a los objetos dependiendo del contexto. Con algunas bases de conocimiento, puede también variar las respuestas adaptándolas a un modelo de usuario en el que se describe la habilidad y la tarea del usuario.

El sistema IDAS fue desarrollado como un prototipo de investigación

en la Universidad de Edinburgh a principios de los 90. No fue puesto en uso nunca, pero muchas de las ideas desarrolladas en IDAS han influido después en sistemas de generación de lenguaje natural.

#### 2.1.6. ModelExplainer

El sistema ModelExplainer [Lavoie y Owen1997] genera descripciones textuales de información de modelos software orientados a objetos. En concreto, el toma como entrada una especificación del modelo de una clase orientada a objetos y produce como salida un texto describiendo el modelo o parte de él.

Los modelos orientados a objetos son normalmente representados gráficamente y este sistema intenta ser un suplemento a las descripciones gráficas; es útil porque ciertos tipos de información es mejor comunicarla textualmente.

ModelExplainer es un sistema altamente personalizable. La mayoría de los sistemas de generación de lenguaje natural solo pueden ser modificados por sus desarrolladores, en cambio ModelExplainer también permite a los usuarios (o a los administradores del sistema) modificar el contenido de sus descripciones. Al igual que el sistema IDAS, se hacen uso de hipervínculos en el texto de salida que muestran links a otros hipertextos que el usuario puede usar.

ModelExplainer fue desarrollado por CoGenTex, la misma compañía que desarrolló el sistema FOG.

#### 2.1.7. PEBA

PEBA [Milosavljevic y Dale1996] es un sistema de generación de lenguaje natural que interactivamente describe entidades en una base de conocimiento taxonómica a través de la generación dinámica de documentos, presentados como páginas World Wide Web.

En PEBA la información proviene de la variedad de usuarios y el contexto de uso: el sistema produce diferentes textos para usuarios principiantes y usuarios expertos, y varía el contenido del texto presentado dependiendo del material que el usuario haya visto antes.

El sistema fue desarrollado para explorar como podrían ser las siguientes generaciones de enciclopedias inteligentes. Tiene en cuenta algunas características del conocimiento y la formación del usuario y mantiene un registro de la información ya presentada al usuario, el sistema puede adaptar textos. Esto significa que la descripción de un objeto puede ser diferente para diferentes personas y puede variar dependiendo de la

ruta que hayan tomado a través el sistema. La habilidad para generar automáticamente y arbitrariamente, comparaciones de parejas de entidades disponibles significa que el sistema puede generar muchos más textos individualizados de los que serían factibles escribir a mano.

### 2.1.8. STOP

STOP [Reiter, Robertson, y Osman1999] es un sistema de generación de lenguaje natural que produce cartas personalizadas para dejar de fumar. La personalización está basada en “actitudes hacia el tabaco” cuestionando lo que los fumadores sienten; esto incluye cuestiones típicas relacionadas con los problemas de salud, intentos previos para dejarlo y lo que a la persona le gusta y no le gusta relacionado con el fumar.

El aspecto mas interesante de STOP es la técnica de adquisición de conocimiento que los desarrolladores usan para interactuar con el experto del dominio. Basadas en técnicas desarrolladas por investigadores en sistemas expertos, se incluye un protocolo de análisis y ordenación. STOP también es interesante por su uso de elementos tipográficos y multimodales como son distintos tipos de letras, listas detalladas y gráficos embebidos.

El sistema fue desarrollado en la Universidad de Aberdeen y es usado por los servicios de salud británicos.

En la Figura 2.5 se puede ver la entrada al sistema STOP que corresponde a un cuestionario realizado al usuario. Y en la Figura 2.6 el texto generado como salida.

### 2.1.9. TAP: a Text Arranging Pipeline

TAP es un sistema genérico y completo formado por un conjunto de interfaces que definen la funcionalidad genérica para un *pipeline* de tareas orientado hacia la generación de lenguaje natural.

La filosofía seguida en el diseño de TAP es identificar la estructura más genérica de la información que necesitas para ser tratada en los diferentes estados de la tarea de generación de lenguaje natural a partir de una entrada conceptual y proporcionar interfaces para acceder a las estructuras.

El proyecto está basado en una serie de suposiciones acerca de la tarea de generación desde una entrada conceptual:

- La entrada debe ser especificada en términos de algunos conceptos semánticos que describen una vista parcial del mundo en un

STOP : Input

**SMOKING QUESTIONNAIRE**

Please complete by entering the appropriate number for each category in this table:

<b>Q1. How often are you exposed to second-hand smoke in the home or at work?</b> <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>
Please complete the following questions as: <span style="float: right;">Please indicate the most suitable response for the answers you provided. Tick boxes as:</span>	
<b>Please read the question carefully.</b> <span style="float: right;">Type either a number 1-5 (smokers), tick for the best response or none</span>	
<b>Q2. If none chosen:</b> I live <input type="checkbox"/> alone <input type="checkbox"/> with husband/partner <input type="checkbox"/> I live with a female who <input type="checkbox"/> I live with children <input type="checkbox"/>	
<b>Q3. Number of children under 18 living with me:</b> ..... boys ..... girls	
<b>Q4. How many smoking days are household members (if any, please mark all boxes which apply)</b> husband/partner <input type="checkbox"/> other family members <input type="checkbox"/> others <input type="checkbox"/>	
<b>Q5. How long have you smoked for:</b> ..... years I have never smoked / less than 5 years <input type="checkbox"/>	

Figura 2.5: Entrada al sistema STOP

STOP: Output

DEAR MR. CARTER:

Thank you for taking the trouble to return the smoking questionnaire that we sent you. It appears from your answers that although you're not planning to stop smoking in the near future, you would like to stop if it was easy. You think it would be difficult to stop because smoking helps you cope with stress, it is something to do when you are bored, and smoking stops you putting on weight. However, you have reasons to be confident of success if you did try to stop, and there are ways of coping with the difficulties.

Figura 2.6: Salida del sistema STOP

dominio dado. Estos conceptos semánticos pueden especificar la existencia de un número de referentes, propiedades que tienen que satisfacer, relaciones que se tienen que dar entre ellos y eventos en los que están implicados.

- No toda la información semántica proviene de la entrada. Una

tarea que el *pipeline* tiene que realizar es filtrar en la salida la información semántica que puede o podría ser omitida.

- Una operación inicial para llevar a cabo sobre la entrada es empaquetarla en mensajes, correspondiéndose con unidades de información atómica susceptibles a ser tratadas lingüísticamente. Esto implica que los mensajes deberían aproximadamente corresponderse con elementos de información que puedan ser transcritos como oraciones, aunque mucha de la información requerida para construir esas oraciones no está necesariamente disponible en un mensaje cuando es construido por primera vez.
- No todos los posibles mensajes que pueden ser construidos a partir de la entrada necesitan ser incluidos en el resultado final. Un fragmento dado de información semántica puede encontrarse en un gran número de mensajes con distinta granularidad, produciendo algo de redundancia. Una tarea importante del *pipeline* es evaluar esta redundancia y decidir que debería ser eliminado.
- Un conjunto de mensajes identificados con el contenido para ser transmitidos necesitan ser organizados en un discurso coherente. La tarea de organizar un conjunto de mensajes dado como un discurso coherente es otra tarea importante que el *pipeline* debe dirigir. Hay tres aspectos que caracterizan un discurso coherente:
  - Hay un orden parcial de presentación del mensaje que aparece en él - el orden en el que el mensaje debe ser presentado en el resultado final debe estar explícito en el discurso.
  - Los mensajes en el discurso pueden estar estructurados en un grafo conceptual que indica las relaciones conceptuales o retóricas entre los mensajes o las estructuras en las que están agrupados.
  - Los mensajes en un discurso pueden estar estructurados en grandes unidades de presentación ( párrafos, secciones, capítulos, . . . ) que pueden ser anidados con otros.
- El contenido conceptual concernido en la estructura básica de un mensaje contextualizado debe ser asignado a una forma sintáctica en la que se vea realizado. Esta forma sintáctica puede ser diferente para distintos lenguajes. La tarea de asignar una forma particular sintáctica al contenido conceptual de los mensajes debe ser llevado a cabo por el *pipeline*.
- Diferentes menciones del mismo concepto en diferentes mensajes comparten la propiedad de ser punteros a una única copia de ese concepto. Antes de que el texto sea generado por esos mensajes, las menciones de referentes deben ser asignadas a expresiones referenciales específicas o referencias. Hay que intentar no usar

más información que la que sea necesaria en cada estado para identificar correctamente el concepto.

- Un mensaje con anotaciones añadidas es referenciado como un mensaje contextualizado.
- Los conceptos que aparecen en un mensaje contextualizado necesitan ser asignados por formas léxicas que se usarán en su realización.
- La representación de un mensaje contextualizado en el que toda la información lingüística -detalles sintácticos y léxicos, pero no del tipo de información que puede ser clasificada como gramatical o morfológica- relevante consiguiendo que el mensaje en un lenguaje particular sea añadido, es lo que se llaman *mensajes formulados*.

El proyecto TAP distribuye las tareas entre los siguientes módulos:

- el módulo **Content Planner** que se encarga de:
  - filtrar la entrada inicial
  - construir el conjunto inicial de mensajes
  - seleccionar un apropiado subconjunto del conjunto inicial de mensajes
  - organizar el conjunto de mensajes en un discurso coherente
- el módulo **Sentence Planner** que se encarga de:
  - reemplazar menciones o referencias por la expresión referencial apropiada, transformando el conjunto inicial de mensajes en un conjunto de mensajes contextualizados.
  - instanciación de formas sintácticas
  - lexicalización
- el módulo **Sentence Aggregator** que se encarga de revisar el material generado, agregando u omitiendo elementos para asegurar que el resultado final es tan natural y compacto como sea posible.
- el módulo **SurfaceRealizer** que se encarga de revisar la realización, normalmente delega la tarea a una módulo externo.

La arquitectura de TAP ha sido diseñada para permitir el desarrollo de un conjunto de componentes software reusables capaces de solventar tareas básicas de generación de lenguaje natural, trabajando con recursos representados en formatos estándar, para alcanzar textos apropiados para diferentes tareas en diferentes dominios.

En la Figura 2.7 se pueden ver los módulos que forman el pipeline utilizado para la Generación de Lenguaje Natural.

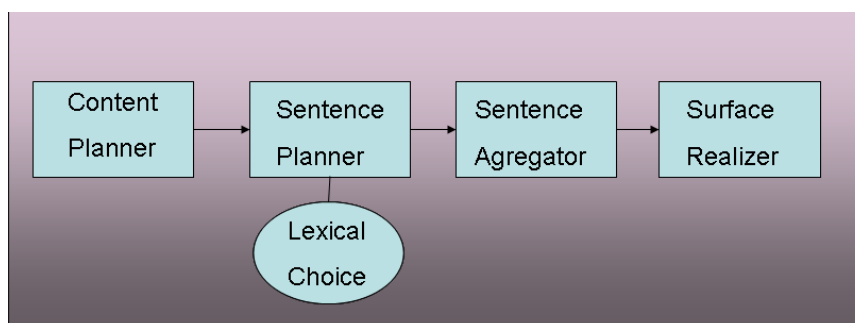


Figura 2.7: Módulos de TAP

### 2.1.10. Generación de textos subjetivos, historias

La generación de historias basada en el ordenador ha sido un área de interés por muchos investigadores en el campo de la Inteligencia Artificial. Aunque hubo intentos en los años 60 y 70 para generar historias y poemas por el ordenador, el origen de los generadores de historias por ordenador basados en Inteligencia Artificial puede ser localizado en TALE-SPIN [Schank1969] y la propuesta de story-grammars (gramáticas de historias). TALE-SPIN era un programa que producía historias fijando los objetivos para los personajes y luego grababa sus intentos para alcanzar los objetivos. Demostró como las técnicas de computación para resolver un problema pueden ser aplicadas para generadores de historias. La propuesta introducida por TALE-SPIN para resolver el problema, llegó a ser un modelo a seguir por otros investigadores que trabajaban con generadores de historias. A través de él se mostró la habilidad de los ordenadores de generar historias cortas y coherentes, con una rígida estructura predefinida.

Story grammars fueron desarrolladas con el objetivo de crear una teoría para comprensión de las historias. Ellas representan historias como objetos lingüísticos que tienen una estructura constituyente que puede ser representada por una gramática. Aunque esta propuesta fue originalmente desarrollada en el contexto de comprensión de las historias, algunos investigadores han empleado story-grammars para producir generadores automáticos de historias. Por ejemplo, GESTER [Pemberton1989] es un programa que genera historias resumidas basadas en una story-grammar obtenidas de epopeyas medievales francesas y se caracteriza por su rigidez. GESTER es solo capaz de producir historias que satisfacen esa gramática y no es capaz de modificar su conocimiento para generar resultados diferentes.

La principal contribución de estos trabajos pioneros fue mostrar como un programa de ordenador puede producir texto coherente y bien



estructurado que, con algunos aspectos limitados, parecido a historias contadas por humanos. Los programas basados en story-grammars indican como las gramáticas podrían ser utilizadas para generar argumentos interesantes, una característica que falta en TALE-SPIN.

Presentamos una breve introducción a algunos de los sistemas mas destacados de generación automática de historias. El primer intento de implementar un modelo explícito computacional de creatividad en escritura fue MINSTREL, [Turner1992] en 1993. Después de MINSTREL, los dos modelos más significantes de generación de historias por computador han sido MEXICA [Pérez y Pérez1999] en 1999 y BRUTUS en 2000 [Bringsjord y Ferrucci1999]. Y el último y más reciente, el generador Cast [León y Gervás2008].

### 2.1.11. MINSTREL

MINSTREL es un programa que escribe pequeñas historias sobre el Rey Arturo y los caballeros de la mesa redonda. MINSTREL es un programa muy complejo y aquí solo presentamos un breve resumen del sistema. Una explicación detallada del modelo se puede encontrar en [Turner1992].

El sistema está basado en casos, donde los casos pasados son almacenados en memoria. En MINSTREL, todos los elementos que componen una historia son representados como esquemas. Los esquemas son divididos en dos clases: los utilizados por el sistema para satisfacer las restricciones retóricas; y los utilizados por el sistema para representar eventos en una historia.

Ejemplos de los primeros esquemas son, el objetivo de desarrollar un tema y el de incluir suspense en una historia. Tienen asociados instrucciones para archivar sus objetivos. Estas instrucciones son bloques independientes en código Lisp e indican como crear escenas que incluyan venganza, decepción, creencias, . . . . Ejemplos de los esquemas segundos son, encontrar el amor, saciar el hambre, . . . , representaciones de emociones, percepciones psíquicas y humanas. Estos esquemas pueden estar relacionados entre ellos, lo que implica que es posible construir escenas elaboradas. MINSTREL elabora historias sobre seis esquemas de tema predefinidos conocidos como *Planning Advice Themes* (PATs).

Cada parte del proceso de desarrollo de una nueva historia, MINSTREL emplea todas las referencias que tenga para cumplir los objetivos planteados. Cada vez que una escena nueva es creada, el sistema testea si cada objetivo puede ser desencadenado. Este tipo de objetivos es usado para verificar la consistencia de la historia en progreso

y para encontrar oportunidades de incluir elementos dramáticos en la historia, como por ejemplo incluir suspense.

La principal característica de MINSTREL es su proceso de representación de la creatividad. Escribir consiste en instanciar todos los esquemas desarrollados para el tema. Cuando MINSTREL no encuentra eventos en los casos almacenados en memoria para instanciar el tema o todos los eventos han sido desarrollados ya dos veces en historias pasadas (en MINSTREL, una escena que ha sido usada mas de una vez en una historia no satisface la novedad requerida), un conjunto de heurísticas llamadas *Transform Recall Adapt Methods* (TRAMS) son empleadas para crear escenas novedosas e originales.

Una historia producida por MINSTREL fue evaluada por medio de un cuestionario en Internet. Nueve sujetos lo respondieron sin saber que la historia que estaban evaluando había sido escrita por un programa de ordenador. A los individuos se les preguntó por la edad, educación y sexo del hipotético autor de la historia, junto con cuestiones relacionadas con la calidad de la historia. El cuestionario completo y los resultados obtenidos pueden ser consultados en el Capítulo 15 en la siguiente referencia [Turner1992].

MINSTREL es un sistema poderoso y complejo capaz de producir interesantes y novedosas salidas. Es un importante progreso en TALESPIN en términos de complejidad del programas y sofisticación de las salidas. MINSTREL podría decirse que es el primer generador de historias computacional que representa explícitamente un modelo computacional de creatividad a la hora de escribir. Su principal contribución a la creatividad computacional en escritura es el concepto de TRAMS que demuestra el poder potencial de pequeños cambios en los esquemas de una historia. Es un sistema basado en casos, que genera nuevas historias transformando viejos episodios almacenados en memoria.

Sin embargo, hay aspectos importantes que tienen que ser mejorados. Aunque TRAMS parece ser una herramienta poderosa, algunas veces parecen ser escritas para un objetivo especial para llevar a cabo una escena específica y esto a veces puede dar problemas según el contexto en que se encuentren. La heurística que se sigue en TRAM para intercambiar elementos en las historias es la siguiente *“dos resultados son intercambiables en cada situación si el sistema recupera una situación en la que ellos han sido intercambiados”*. Esto puede producir salidas extrañas, en las que se intercambien elementos que se infieran de situaciones distintas y no tengan sentido o que en distintos contextos no se interpreten de la misma manera. De ahí que TRAMS solo trabajan en situaciones muy concretas y claramente está diseñado para producir una escena en particular.

Una de las características más destacadas de MINSTREL es su capacidad para crear historias donde la venganza, la decepción, creencias, equivocaciones, . . . y otras emociones, tienen lugar. Sin embargo, estas situaciones no son realmente creadas por el sistema. Hay una heurística que explícitamente indica la estructura que cada escena tiene y la forma para construirla. Así, procedimientos con información precisa como para alcanzar eventos específicos juegan un rol considerable en las salidas del sistema. Otra importante limitación viene de su falta de flexibilidad en la organización de sus cuentos: solo produce historias con cuatro temas diferentes, los cuales están estructuralmente predefinidos y solo pueden girar en torno a un proceso planeado.

### 2.1.12. MEXICA

[Pérez y Pérez1999] desarrolló un modelo en computadora del proceso creativo basado en *Engagement-Reflection*. Dicho modelo fue la base para el desarrollo de MEXICA [Pérez y Pérez y Sharples2001, Pérez y Pérez y Sharples2004], un programa que escribe cuentos acerca de los mexicas, los antiguos habitantes del Valle de México.

El modelo está basado en las ideas expresadas por diferentes investigadores y que Mike Sharples recolecta y emplea para describir cómo funciona el proceso creativo cuando escribimos [Sharples1999]. En forma muy general, los conceptos desarrollados por Sharples se pueden resumir de la siguiente manera: el proceso creativo consiste en un ciclo constante entre dos estados mentales conocidos como Estado-E (*Engagement*, de ensimismamiento) y Estado-R (*Reflection*, de reflexión). Durante el Estado-E las personas estamos totalmente inmersas en la generación de secuencias de nuevas ideas por medio de asociaciones: una idea produce un contexto que nos lleva a asociar otra nueva idea, la cual lleva a otra nueva, y así sucesivamente. Un típico ejemplo del Estado-E es soñar despierto, donde claramente se observa cómo una idea se liga a otras a veces aparentemente sin conexión alguna entre ellas; este tipo de asociaciones permite ir desarrollando en forma novedosa un texto (o una melodía, etc.) en la cual se está trabajando. Como característica principal, durante este período no hacemos ningún tipo de evaluación sobre el material generado, simplemente dejamos que fluyan las secuencias de ideas. El Estado-E se interrumpe cuando somos distraídos por alguien o por algo, o cuando no podemos generar más material produciéndose un bloqueo de ideas. Durante el Estado-R evaluamos que el material generado satisfaga los requerimientos de la tarea en marcha (no es lo mismo escribir un cuento para niños que un cuento de terror); en caso necesario modificamos el material producido para satisfacer dichos requerimientos. Esta evaluación produce una

serie de lineamientos o constricciones que condicionan la generación de material durante el Estado-E.

Por ejemplo, si una persona está escribiendo un cuento muy aburrido, esta evaluación lo alerta para así tratar de asociar eventos más interesantes. Una vez que se han completado las evaluaciones volvemos al Estado-E y el ciclo continúa.

La principal característica de MEXICA es la generación de historias que sean novedosas, coherentes, e interesantes. En MEXICA una historia se define como una secuencia de acciones. Todas las acciones son determinadas por el usuario y tienen asociadas precondiciones y consecuencias. Un cuento es novedoso si no es igual o parecido a los cuentos que el sistema guarda en su base de conocimientos. Un cuento es coherente si las precondiciones de sus acciones están satisfechas. Un cuento es interesante si existen cambios en la tensión dramática del cuento. Es decir, MEXICA lleva un registro de aquellos eventos en el cuento que generan algún tipo de tensión: variaciones en la tensión del cuento son equivalentes a una historia interesante. Para evaluar las historias desarrolladas por MEXICA se diseñó un cuestionario que contestaron 50 personas de 12 diferentes países. En él se comparaban cuatro cuentos generados por MEXICA, dos cuentos generados por otros programas similares, y un cuento hecho por un humano empleando el mismo tipo de lenguaje que el producido por los programas de cómputo. Se pidió a los sujetos que evaluaran en una escala del 1 al 5 la coherencia y fluidez, estructura, contenido, suspenso y calidad de las siete historias. Los resultados colocaron a MEXICA en el primer lugar de las evaluaciones. Estos resultados sugieren que MEXICA es capaz de producir cuentos al menos con la misma calidad que otros programas de cómputo.

MEXICA fue concebido como una herramienta de investigación; por lo tanto, cualquier persona interesada en emplearlo puede definir una cantidad importante de parámetros que controlan el funcionamiento del sistema.

El desarrollo de MEXICA ha producido resultados interesantes:

- La plausibilidad del modelo E-R. MEXICA prueba que el modelo E-R es adecuado para la representación y estudio en sistemas de cómputo del proceso creativo. De esta manera se cuenta con una herramienta que nos permite explorar diferentes aspectos del proceso creativo.
- El desarrollo de MEXICA llevó a la generación de un método para que el sistema pudiera evaluar por sí mismo qué tan interesante es el cuento producido. Como se explico anteriormente, MEXICA lleva un registro de aquellos eventos en el cuento que

generan algún tipo de tensión: variaciones en la tensión del cuento son equivalentes a una historia interesante. Esta característica es muy importante ya que ningún otro programa de cómputo es capaz de realizar una evaluación similar. Ya que la generación de conocimiento en humanos implica un proceso de evaluación, MEXICA puede aportar ideas de los procesos cognitivos que intervienen en este tipo de actividad.

Una de las principales aportaciones de MEXICA es el uso de relaciones emocionales entre los personajes como forma de guiar la generación de eventos durante el Estado-E [Pérez y Pérez2007]. El procedimiento funciona de la siguiente manera: por medio de una serie de ejemplos MEXICA registra cómo se puede continuar una historia cuando dos personajes están enamorados, cuando existe una relación de odio entre ellos, etc., es decir, cuando hay relaciones emocionales. Con este conocimiento el sistema puede identificar acciones coherentes para continuar el desarrollo de un cuento. Las relaciones emocionales producen en los lectores expectativas del comportamiento de los personajes y MEXICA explota esta situación tanto para crear situaciones novedosas como para darle coherencia a la historia. Un programa como MEXICA es una herramienta que ayuda a explorar el rol de las emociones como guía para desarrollar historias en forma automática. Por ejemplo, ¿cómo se puede representar una relación emocional en un programa de cómputo?, ¿qué tipo de relaciones emocionales permiten desarrollar una historia?, ¿todas las relaciones emocionales lo permiten?, etc. Aunque recientemente se han desarrollado varios modelos en computadora de emociones, ninguno de ellos explora el rol de las emociones en el proceso creativo.

### 2.1.13. BRUTUS

BRUTUS, [Bringsjord y Ferrucci1999] es un programa que escribe historias cortas sobre temas predefinidos como traición. El sistema está construido sobre un sistema basado en Prolog llamado FLEX que permite completar accesos a Prolog, definir estructuras, relaciones entre los frames y reglas de producción, todo en Inglés.

BRUTUS es un sistema que no representa ningún proceso creativo. Aunque BRUTUS es el sistema más reciente, no incorpora elementos innovadores en su arquitectura. En cambio, mezcla métodos de desarrollo de otros programas para generar su salida. Por ejemplo, usa frames para representar personajes, lugares, eventos, objetivos, acciones, etc., que son usadas para instanciar un theme-frame en MINSTREL; dependiendo del tema seleccionado, el sistema desarrolla un argumento

a través de planificación y simulación como en TALE-SPIN; el sistema utiliza story-grammars para establecer la estructura de las historias que produce como en GESTER; Así, la contribución de BRUTUS consiste en mezclar diferentes metodologías de conocimiento dentro de un programa.

### **Instanciación de una temática**

En BRUTUS, los elementos de una historia como personajes, objetivos de los personajes, eventos, etc. son representados por estructuras que nosotros referimos como story-frames. Los espacios que constituyen los story-frames contienen datos explícitos utilizados por BRUTUS para desarrollar una historia. Un frame de un objetivo incluye una lista explícita de acciones para llevar a cabo por el personaje. Las escenas de una historia son explícitamente codificadas en un frame.

Un segundo tipo de estructura utilizadas por BRUTUS durante el proceso de instanciación son las llamadas story-theme. Esta estructura está diseñada para agrupar todos los elementos (story-frames) que forman una story-theme específica. Las estructuras temáticas son definidas en una sintaxis como en el Inglés donde las variables lógicas son representadas por cadenas de caracteres que comienzan en una letra mayúscula y los story-frames (o atributos de los story-frames) son representados por cadenas de caracteres como lie, thwart, character, goal, agent. Como se observa, en los story-theme existen referencias explícitas a story-frames como sus atributos.

En otras palabras, el story-frame establece explícitamente cuales son los elementos que forman la historia y como se organizan. Todas estas estructuras definidas como sintaxis inglesa son transformadas a programas que siguen el estándar de Prolog.

### **Desarrollo de un argumento**

Desarrollar un argumento consiste en llevar a cabo un conjunto de acciones de los personajes que pueden modificar el mundo de la historia. Tales modificaciones pueden dar resultado en nuevas acciones siendo llevadas a cabo por los mismos o por diferentes personajes. El proceso acaba cuando no hay mas acciones para ejecutar. El desarrollo de un argumento está formado por dos subprocesos:

- Activación del comportamiento proactivo: Realización de planes para los personajes para alcanzar sus objetivos.
- Activación del comportamiento reactivo: Realización de las acciones de los personajes como resultado del desencadenamiento

de un conjunto de reglas de producción almacenadas en la base de conocimiento.

*Activación del comportamiento proactivo* En BRUTUS, los personajes tienen asociados un conjunto de acciones explícitas, llamadas planes, para alcanzar unos objetivos particulares. Cada acción incluye un conjunto de precondiciones y un conjunto de consecuencias que podrían modificar el mundo de la historia. Cuando las precondiciones de las acciones se satisfacen, las acciones son asociadas con los planes de los personajes para ser llevadas a cabo y poder modificar el mundo de la historia.

*Activación del comportamiento reactivo* El comportamiento reactivo consiste en llevar a cabo las acciones por los personajes cuando los requisitos de las reglas de producción de la base de conocimiento son satisfechos y así las reglas son activadas. Es posible incluir reglas de producción tan concretas como generales como el diseñador decida.

Así, durante el desarrollo de un argumento, el sistema intenta llevar a cabo los planes de los personajes (comportamiento proactivo). Entonces, intenta activar reglas en la base de conocimiento (comportamiento reactivo). Si algunas acciones modifican el mundo de la historia, producirían que algunas precondiciones podrían ahora no ser satisfechas, BRUTUS intenta llevar a cabo esas acciones asociadas con los planes de los personajes y así intentar disparar las reglas de producción. Como resultado del desarrollo de un argumento BRUTUS crea lo que se conoce como escenario. Un escenario está formado por la instanciación de una story-theme y un grupo de acciones llevadas a cabo por los personajes.

### **Expansión de las story-grammars y generación de la salida**

BRUTUS desarrolla story-grammars (las cuales incluyen descripciones de como crear frases y oraciones llamadas paragraph grammars y sentence grammars) para representar la estructura de la historia que se está produciendo. La salida producida durante la instanciación del tema y el desarrollo de un argumento es utilizada por las gramáticas durante su expansión para generar las frases y palabras que forman la salida final del sistema. Para alcanzar este objetivo BRUTUS hace uso de:

- Un grupo de palabras previamente definidas para instanciar las gramáticas.
- Estructuras que explícitamente lincan palabras que representan objetos con otras palabras que están relacionadas.

- Estructuras que explícitamente lincan palabras que representan objetos con otras palabras que modifican los objetos.
- Estructuras que explícitamente representan analogías.

BRUTUS es un sistema que no representa ningún proceso creativo. Aunque BRUTUS es el sistema más reciente, no incorpora elementos innovadores en su arquitectura. En cambio, mezcla métodos de desarrollo de otros programas para generar su salida. Por ejemplo, usa frames para representar personajes, lugares, eventos, objetivos, acciones, etc., que son usadas para instanciar un theme-frame en MINSTREL; dependiendo del tema seleccionado, el sistema desarrolla un argumento a través de planificación y simulación como en TALE-SPIN; el sistema utiliza story-grammars para establecer la estructura de las historias que produce como en GESTER; Así, la contribución de BRUTUS consiste en mezclar diferentes metodologías de conocimiento dentro de un programa.

#### 2.1.14. Cast

El sistema Cast (*Creative Automatic Story Teller*) [León y Gervás2008] es un sistema de generación automática de historias creativas basado en la transformación de las reglas de generación.

El objetivo principal de Cast es aplicar operaciones que transformen la creatividad para modificar el espacio conceptual. El proceso de transformación de la creatividad está influenciado por modelos teóricos como el de Shank y el de Sharples y también por sistemas de generación previos, como MEXICA.

Los sistemas creativos pueden ser extremadamente complejos, nada garantiza que en todos los casos la calidad de la historia generada sea tan alta como la calidad obtenida aplicando creatividad de una manera exploratoria. Sin embargo, expandir el espacio conceptual por modificaciones, abre nuevas posibilidades para la generación, siendo posible un nuevo objeto, seguido de reglas no previamente concebidas por el creador del sistema, que podrán ser generadas.

El principal algoritmo en Cast consiste en aplicar la teoría de *engagement and reflection* de Sharples y una versión adaptada de la teoría de *scripts* de Schank para representar la información.

La representación del conocimiento en Cast es una extensión de los scripts añadiendo información sobre los objetos e ideas, para ser capaz de representar un conjunto mas amplio de elementos de conocimiento, no solo secuencias de acciones. Además, un conjunto de restricciones entre las variables de los scripts dan información explícita sobre las relaciones. Estas estructuras han sido llamadas *esquemas*. Los esquemas



están formados por tres secciones: la primera (llamada nombre) es el nombre del esquema, la segunda (llamada partes) representa el conjunto de hechos o ideas que componen el esquema y la tercera (llamada restricciones) contiene las reglas lógicas de las variables.

Es posible crear *meta-reglas* que modifiquen los esquemas (su nombre, sus partes o sus restricciones), permitiendo que el espacio conceptual crezca o disminuya: obteniendo una transformación de la creatividad.

El proceso de creación de historias de Cast sigue el modelo de Sharples: *engagement and reflection*. *Engagement* en Cast es llevado a cabo por una búsqueda en el espacio de estados en el esquema de la base de datos, intentando encontrar una historia adecuada, siguiendo las reglas representadas en los esquemas, dados algunos como entradas del usuario. Si algún esquema es elegido por ser el más apropiado, cada una de sus partes serán reducidas a los esquemas que representan. Un conjunto de hechos lógicos y un gran conjunto de partes resultantes de cada reducción, serán la salida del estado de *engagement*. El proceso de *reflection* añade las operaciones de transformación de la creatividad al sistema. Las reglas de creación deben ser modificadas para ampliar el espacio conceptual que el estado de *engagement* puede usar para crear la historia. Los esquemas son modificados durante el proceso de *reflection*.

De la base de datos inicial, se esta creando una nueva base de datos con información modificada. Los esquemas son las reglas de la creación de la historia durante el estado de *engagement* y al modificar estas reglas, se está modificando el espacio conceptual de la generación de la historia: se está ejecutando las operaciones de transformación de la creatividad. Cuando un esquema es modificado, una copia es almacenada en la base de datos, haciendo así que el conocimiento crezca.

*Engagement* es aplicado, entonces *reflection* chequea la historia y actualiza la base de datos. Entonces, *engagement* es ejecutado otra vez con la nueva base de datos, etc. Este proceso se repite hasta que la entrada del usuario (algunas propiedades de la historia) son satisfechas o hasta que el sistema detecte que no es posible crear una historia con esas restricciones.

## 2.2. Fase de Elección Léxica

La fase correspondiente a la elección léxica está contemplada bajo la mirada de distintos autores que han estudiado las diferentes maneras de llevar a cabo el problema de la lexicalización a la hora de la generación de lenguaje natural. Existen distintos enfoques de esta fase,

desde los que se analiza, se define, se clasifica y se implementa la fase de la lexicalización.

Lexicalización es comúnmente entendida como la tarea durante el proceso de generación de texto en la que se decide que palabras van a ser usadas para presentar un mensaje como texto. Para implementar la elección léxica en un sistema de generación de lenguaje natural, es necesario contar con bastante conocimiento para poder tener más de una alternativa para cada concepto del dominio y resolver adecuadamente las elecciones en cada momento.

He de señalar que para algunos autores, el significado del término lexicalización no se corresponde con el término de elección léxica. [Cahill1998] los diferenciaba, siendo el primer término considerado en un sentido más amplio, en el que se incluye la conversión de conceptos o representaciones de algunos formalismos lógicos en elementos léxicos, mientras que el segundo es más limitado, englobando sólo el acto de decidir entre las distintas alternativas léxicas existentes. En este trabajo, se sigue la idea del segundo término explicado anteriormente, y se usa tanto lexicalización como elección léxica, para referirse al problema de buscar la palabra adecuada a la hora de la generación del lenguaje natural.

### 2.2.1. Factores que influyen en la lexicalización

La elección léxica no sólo está restringida por el conocimiento conceptual específico del dominio. Son varios los factores que pueden influir en la elección entre posibles lexicalizaciones y dependerán de la aplicación. Se han recopilado los siguientes:

- *Género de los textos que se van a generar.* No es lo mismo escribir un texto científico que uno periodístico, que una historia de miedo que de amor.
- *Variedad por la variedad.* Un consejo que se suele dar a los escritores es que deben variar el uso de las palabras. En el contexto de la Generación de Lenguaje Natural, esto sugiere cambiar la lexicalización de un concepto para que no siempre se exprese igual.
- *Características del usuario.* Es necesario tener en cuenta si el usuario puede malinterpretar o no comprender los términos elegidos. Así, para distintos usuarios puede ser adecuada una lexicalización diferente. Por ejemplo, algunos términos técnicos que se pueden usar para usuarios expertos, pueden no ser apropiados para novatos. La lexicalización también puede variar dependiendo del origen del usuario: por ejemplo, el *Paracetamol* en el Reino Unido normalmente se llama *Tylenol* en los Estados Unidos.

- *Consideraciones pragmáticas.* Puede ser adecuada una lexicalización diferente en circunstancias formales que en coloquiales, como *padre* (formal) y *papá* (coloquial). También es importante tener en cuenta las connotaciones de las palabras, para evitar términos que puedan ofender.
- *Contexto.* Por ejemplo, la repetición de una explicación dada puede ser útil para que el texto sea más comprensible (para algunos usuarios). En casos en que el espacio sea limitado, se preferirá la concisión.
- *Objetivos comunicativos.* Por ejemplo, la expresión explícita de una lista de elementos puede ser poco fluida y probablemente se debe evitar; sin embargo, puede resultar adecuada si se tiene como objetivo pragmático enfatizar.
- *Coherencia con el texto previo.* Si se ha usado una realización concreta en un mensaje previo para un ejemplo de un concepto, quizá lo mejor sea volver a usar la misma realización, sobre todo si el sistema desea facilitar que el usuario compare dos repuestas.
- *Restricciones interléxicas.* El estudio de las colocaciones de las palabras en una lengua puede servir para elegir cuál es la más adecuada para que acompañe a otra.
- *Restricciones sintácticas.* La elección léxica está ligada a la sintáctica. Al elegir los lexemas conviene considerar los patrones que gobiernan la combinación de palabras, como la estructura temática de los verbos.

### 2.2.2. Técnicas y sistemas de lexicalización

La forma más simple de lexicalización es la que convierte un concepto en un elemento léxico a través de una relación unitaria, a cada concepto sólo le corresponde una palabra. El caso más común se produce con las *plantillas*. En estas situaciones, la organización de las oraciones (e incluso las palabras de función) ya está predeterminada, por lo que sólo resta buscar el elemento léxico que corresponde a cada uno de los conceptos del dominio, que están incluidos en los campos de las plantillas que se rellenan, y sustituir cada concepto por su elemento léxico. El uso de plantillas no significa que nunca haya un proceso de elección. En el caso de existir varias plantillas posibles para un contenido dado, sí que será necesario seleccionar la más adecuada (seguramente combinando aspectos de lexicalización con los de otras tareas como estructuración retórica, agregación y generación de expresiones de referencia).

Se dan también casos en los que el trabajo de lexicalización es aún más fácil. En algunos sistemas los elementos léxicos están casi comple-

tamente determinados en la entrada (por el usuario) o en la fuente de información del dominio. La lexicalización en estos sistemas se puede limitar a elegir entre distintas alternativas de diferentes lenguas en sistemas multilingües como GIST [Power, Cavallotto, y Pemberton1995]. Hay incluso ocasiones en las que ni siquiera hay lexicalización, ya que todas las palabras están completamente determinadas por la entrada.

En los casos que se acaban de describir sólo había un modo de lexicalizar el concepto (exceptuando la sinonimia y la multilingualidad), pero en muchas ocasiones existen varios modos de expresar un elemento informativo o uno de sus fragmentos, y el sistema de Generación de Lenguaje debe decidir cuál usar. A menos que se haga la elección aleatoriamente, se necesita suministrar un mecanismo para elegir entre las alternativas.

El modelo más común de lexicalización es uno, donde el módulo de lexicalización convierte una entrada gráfica cuyas primitivas son conceptos del dominio y relaciones, a una salida gráfica cuyas primitivas son palabras y relaciones sintácticas. Dos tareas distintas pueden ser diferenciadas durante este proceso. La realización léxica puede ser vista como la lexicalización del habla correctamente: los mensajes para ser traducidos a texto son transformados a una lista de elementos léxicos que expresan el mismo significado. Durante la elección léxica la decisión entre las alternativas léxicas que representan el mismo contenido es llevada a cabo.

[Stede1996] propone una forma más flexible para adjuntar los elementos léxicos a configuraciones de conceptos y roles, usando un buscador de opciones léxicas que determine el conjunto de palabras que cubren las piezas del mensaje para ser expresado. Estos elementos pueden variar en especificaciones semánticas y en connotaciones, también incluyendo sinónimos. Desde este conjunto, la subsecuencia pasa al proceso de generación donde se puede seleccionar el mejor subconjunto para expresar el mensaje.

Derivado del Functional Unification Grammars (FUGs). [Elhadad1992] FUF es un formalismo que dirige el tema de restricciones complejas en la interacción surgiendo cuando se lleva a cabo la elección léxica bajo las restricciones pragmáticas. Edmonds y Hirst [Edmonds y Hirst2002] han desarrollado un modelo computacional de conocimiento léxico que puede adecuadamente tener en cuenta los sinónimos cercanos y se utiliza como modelo en el proceso computacional en el que podría elegir la palabra correcta en algunas situaciones de la producción del lenguaje.

[Beale y Viegas1996] argumentan que el emparejar mal semánticamente presenta considerables problemas para los sistemas de generación que no revisan primeramente la semántica. Usando técnicas complejas

de planificación ellos presentan un sistema capaz de planificar dependencias contextuales en un entorno multilingüe. Elegir el mejor lexema que identifique un significado en la generación de lenguaje natural según [Bangalore y Rambow2000] es una dura tarea. Ellos investigan diferentes árboles basados en modelos estocásticos para la elección léxica dependiendo de un corpus. En concreto, ellos proponen elegir el miembro más frecuente de un supersynset (representación que ellos utilizan para los elementos léxicos).

Reiter y Dale [Reiter y Dale2000] añaden un punto de vista en el que la lexicalización operan no sólo en elementos informativos sino también en trozos de información, expresados en términos de lo que a veces se consideran *primitivas semánticas*. Ellos hablan de lexicalización de grano fino, especialmente útil en sistemas que necesitan codificar tanta información como sea posible dentro de un número limitado de palabras. Útil también en la generación multilingüe, donde la misma información se ha de expresar en distintas lenguas, cuyas oraciones pueden ser equivalentes, pero no isomórficas palabra a palabra. Se podrían construir sistemas de lexicalización completamente independientes para cada lengua, pero esto sería poco económico; por ejemplo, la regla “evitar largas listas de elementos enumerados a menos que haya razones pragmáticas” se puede aplicar probablemente a varias lenguas. Si se usan técnicas de lexicalización de grano fino, se podrán generar a partir de la misma entrada.

La lexicalización a partir de la misma entrada, está relacionada con el tema de reutilización. La principal razón por la que todavía no se ha desarrollado un elector léxico reutilizable es que el elector léxico trabaja con elementos conceptuales, que son, por definición, dependientes del dominio y de la aplicación. Sin embargo, si bien no se puede hacer que todo el elector léxico sea independiente del dominio, las partes que corresponden a algunos factores de los señalados en el apartado anterior, Sección 2.2.1 (como las restricciones interléxicas, las pragmáticas, las estilísticas y las sintácticas) sí que pueden ser reutilizables.

Hay una propuesta [Hervás et al.2006], que presentan un módulo independiente para expandir el número de alternativas léxicas. El diseño del módulo es como un recurso reusable y configurable para permitir la fácil construcción según la especificación de las heurísticas implicadas en los dominios particulares. La decisión de desarrollar un módulo específico independiente para llevar a cabo la elección léxica proporciona una expansión del módulo de lexicalización existente ya que su independencia da representaciones conceptuales y su dependencia de la forma de las palabras de entrada, puede también actuar de manera que enriquezcan la elección léxica en los textos finales. También es un vínculo de unión entre el lexicón de una aplicación existente y

WordNet.

La asignación de elementos léxicos para especificar ocurrencias de un concepto se produce dos veces - una por el módulo original, después revisado por el módulo de elección léxica- con el correspondiente coste en eficiencia. Para reducir este efecto, la solución propuesta es reimplementar el módulo original como una solución expandida de la elección léxica, pero esta alternativa lleva asociados altos costes en términos de sincronización de las representaciones internas y la comunicación con el resto del sistema original.

La solución es implementar el algoritmo para llevar a cabo la elección léxica por medio de cuestionar el recurso léxico de indexación conceptual y como una arquitectura de implementación cuyo algoritmo sea reusable por las soluciones software existentes. Esta solución debe proporcionar el acceso a una gran recurso de indexación conceptual, debe de ser fácil de adaptar a módulos de lexicalización ya existentes y debe ser fácil personalizar las heurísticas desarrolladas para diferentes dominios de aplicación.

La arquitectura especificada para el módulo está implementada usando cFROGS [García, Hervás, y Gervás2004], un framework para facilitar el desarrollo de aplicaciones de generación de lenguaje natural. Usan Open Agent Architecture (OAA) que es un framework para desarrollar sistemas multi-agente para dar mayor flexibilidad a las interacciones entre la comunidad dinámica que forman los agentes software. Cada agente tiene su rol y es responsable de cada tarea.

La lexicalización llevada a cabo en el módulo es muy fácil, cada concepto tiene un único tag del vocabulario asociado y para cada aparición del concepto, se le sustituye por la correspondiente palabra usada en el texto final. Esto produce mucha repetición de palabras y textos pobres desde el punto de vista del vocabulario. Como resultado, la salida del módulo es una lista de elementos léxicos que transmiten cada mensaje. Para evitar esta repetición, se usa WordNet.

El método elige entre las alternativas propuestas por WordNet: para la primera aparición del concepto, se usa la palabra que representa al concepto, en el vocabulario del sistema. Esta es la palabra elegida por el desarrollador como la más descriptiva. En la segunda aparición, se usa su primer hiperónimo. Este hiperónimo es una generalización del concepto. Hay que tener mucho cuidado con el uso de hiperónimos, ya que a veces llevan a confusión o ambigüedad en el texto. En el resto de apariciones, se usan sus sinónimos, calculados a través del synset correspondiente en WordNet.

Así se consiguen textos menos repetitivos, usando un vocabulario más rico de una forma más natural.

### 2.2.3. Diccionario léxico: el lexicón mental

El vocablo “lexicón” se ha usado dentro del ámbito de la psicolingüística para hacer referencia al “*lexicón mental*” de un hablante de una lengua. Una de las cuestiones centrales de la psicolingüística contemporánea es el estudio de la adquisición del conocimiento léxico y de cómo éste se organiza en la memoria de un hablante para su acceso y uso inmediato. Para muchos psicolingüistas, entre ellos Aitchinson y Miller ([Aitchinson1987],[Miller et al.1990]) el hecho de que un hablante pueda acceder en milésimas de segundo a una cantidad ingente de vocabulario almacenado en su memoria, tanto en procesos de producción como de comprensión, es una prueba fehaciente de que el lexicón mental está organizado y estructurado de modo que posibilita el acceso inmediato.

La complejidad de la memoria léxica ha fascinado a muchos psicolingüistas, quienes han propuesto diferentes métodos para explorar y analizar los procesos cognitivos que se producen en su uso. Sin embargo, el estado actual de las investigaciones sobre memoria léxica y las dificultades para poder acceder al interior de la mente humana para observar su funcionamiento han provocado que los métodos propuestos sean principalmente analógicos o, tal y como reconoce Miller, se centren en el análisis de una pequeña porción del léxico.[Moreno Ortiz2000]

De entre los modelos explicativos del acceso y procesamiento de la información léxica debemos destacar los modelos de activación, de entre los cuales el más influyente es el de *logogen* de Morton [Morton1970]. Los logogenes son unidades de detección de palabras que reciben información sintáctica y semántica a través del sistema cognitivo. Los logogenes se asocian a cada elemento léxico y permanecen activados durante todo el proceso de recuperación de una determinada unidad léxica. Están caracterizados por un nivel que especifica la cantidad de información necesaria para que la unidad en cuestión dé una respuesta determinada. Cuando se han reunido suficientes datos como para sobrepasar el nivel de percepción, el logogen se activa y provoca una respuesta del sistema.

Otros modelos son los conocidos como modelos autónomos [Forster1976]. El término “autónomo” hace referencia a que no se admite conexión alguna con el sistema cognitivo general, ya que el acceso léxico se realiza sólo por medio de información sensorial, sin que haya interacción con otros componentes del sistema cognitivo. Estos modelos defienden la existencia de un léxico mental al que se accede por unos canales autónomos que conducen a sus archivos, y las entradas léxicas en estos archivos contienen punteros que señalan las formas apropiadas para

acceder al término deseado en el léxico mental.

Modelos más recientes, como el propuesto por Fromkin [Fromkin1987], postulan la existencia de módulos separados que contienen información fonológica, ortográfica, sintáctica y semántica de las palabras, por lo que se les conoce como modelos modulares. Los experimentos realizados con pacientes afásicos o con disfunciones en el habla favorecen la hipótesis de la modularidad en la estructura del lexicón mental, ya que en casos de daños cerebrales el acceso a la información fonológica, ortográfica, sintáctica y semántica de las palabras puede verse afectada de manera independiente. Una entrada léxica contaría, por tanto, con información (fonológica, ortográfica, semántica, sintáctica, etc.) almacenada en componentes separados, de modo que el conocimiento léxico sobre una palabra está almacenado en varios sub-lexicones. En estos modelos los subcomponentes se postulan como independientes, pero deben interactuar y relacionarse en una compleja red como parte de una única entrada.

Existe otro modelo que se puede considerar como una variación de los modelos modulares, el llamado modelo de redes semánticas. Este modelo fue propuesto a finales de los años sesenta por Collins y Quillian [Quillian1968], y es considerado como el más plausible por psicolingüistas como Aitchinson o Miller. Este modelo intenta describir y explicar cómo la información se almacena de modo “económico” en el cerebro en forma de redes, en las que se incorporan dos tipos básicos de relaciones: relaciones “IS-A” y relaciones “HAS-A”, (es decir, relaciones de hiperonimia y relaciones de meronimia), aunque otros tipos de relaciones semánticas, tales como sinonimia o la antonimia se consideran también necesarias para describir la estructura del lexicón mental.

En este modelo la organización del léxico se equipara al plano de una ciudad, es decir, a un diagrama simplificado que encapsula rasgos informativos cruciales de una ciudad que es mucho más compleja. En este modelo de “mapa mental”, no importa tanto la localización espacial como la interconexión. Los componentes principales del lexicón mental son dos: el componente fonológico y el sintáctico-semántico, a través de los cuales se accede al conocimiento léxico.

Este modelo de lexicón mental está en consonancia con la teoría lingüística de campos léxicos, en la que se basa la organización lingüística del lexicón verbal, ya que estudios realizados con niños de edades entre seis y ocho años sobre aprendizaje y crecimiento de vocabulario, han demostrado que a esa edad, la “perceptibilidad léxica” está muy desarrollada y que los niños son especialmente perceptivos a las palabras nuevas, pudiendo deducir su significado del contexto en el que las oyen, y llegando a aprender una media de 21 palabras nuevas cada día. En



este proceso de aprendizaje, el niño debe primero asignar la palabra nueva a una categoría semántica, y debe aprender a distinguirla de las demás palabras asignadas a la misma categoría, de modo que parece imposible que los niños aprendan un número tan elevado de palabras, en un periodo tan corto de tiempo, a no ser que las organicen en su mente de algún modo, y la mayoría de los experimentos señalan hacia la organización en campos léxicos. Si a un niño se le pregunta la edad, por ejemplo, casi nunca responde con otra palabra que no sea un número, aunque éste no sea el correcto.

En cuanto a los procesos de producción, los experimentos realizados [Pérez y Pérez y Sharples1986] sugieren que la selección de una palabra por un hablante comienza en el componente semántico, ya que el hablante debe seleccionar la palabra que mejor se ajusta al significado que quiere expresar. En estos modelos de redes semánticas, el componente fonológico también es considerado fundamental en los procesos de producción, ya que se ha demostrado [Pérez y Pérez y Sharples1986] que las asociaciones entre palabras que poseen sonidos similares son muy fuertes, y el análisis de los errores en la selección de una palabra demuestra que las confusiones ocurren entre palabras que poseen sonidos similares.

Aitchinson [Aitchinson1987] propone que, en el proceso de producción léxica, un campo léxico entero es activado primero, y después limitado a una serie de alternativas contextualmente apropiadas. En este momento entra en juego el componente fonológico, activando a su vez más palabras que contienen sonidos parecidos, de modo que las palabras que se consideran fonológica y semánticamente inapropiadas son eliminadas progresivamente, hasta que queda sólo una palabra, y ésta es la que el hablante usa.

Este modelo de organización del lexicón mental ha tenido una gran repercusión en el ámbito computacional. Hoy día, el uso de los modelos psicolingüísticos de redes semánticas está muy extendido en el campo de la Inteligencia Artificial, especialmente para la representación del conocimiento. El concepto de jerarquía, basado en las relaciones IS-A, es también un elemento fundamental en cualquier sistema de traducción automática basada en el conocimiento (KBMT: Knowledge-Based Machine Translation), y ha llevado a que muchos proyectos de investigación intentaran extraer taxonomías jerarquizadas de modo semi-automático de diccionarios en formato electrónico.

### **Adquisición de conocimiento léxico**

WordNet es un intento serio de crear un lexicón computacional cuya estructura se adecuara a las redes semánticas propuestas para la

estructura del lexicón mental.

El lexicón ha llegado a ocupar un lugar central en muchas corrientes lingüísticas actuales y también lo es hoy día en el procesamiento del lenguaje natural. Sin embargo, ha demostrado ser un cuello de botella en el diseño de sistemas de lenguaje natural a gran escala, debido al gran número de unidades léxicas de las lenguas naturales, así como a la constante incursión de palabras o nuevas acepciones de palabras existentes. La adquisición de la información léxica necesaria para popular lexicones computacionales plantea serios problemas, tanto en lo que se refiere a la efectividad de los diferentes métodos que se han empleado como a la inversión de tiempo, dinero y recursos humanos y computacionales que estos métodos requieren.

Se puede considerar que existen tres métodos o fuentes principales para la adquisición de conocimiento léxico:

1. adquisición manual de información léxica
2. diccionarios en formato magnético (MRDs)
3. los corpórea textuales informatizados

Los tres métodos plantean ventajas y desventajas, tanto en lo que se refiere a los recursos que requieren como a la efectividad que han demostrado hasta ahora. Debemos advertir, sin embargo, que la adquisición de conocimiento léxico es un área de estudio vasta en sí misma.

La tarea de adquirir información léxica para popular un lexicón computacional es enorme, y por ello ha existido tradicionalmente un gran interés en el estudio de las posibilidades de construcción automática (o semi-automática) de bases de datos a partir de una o varias fuentes en formato magnético, tales como los diccionarios electrónicos (MRDs: Machine Readable Dictionaries), o los corpórea textuales informatizados.

Aunque en principio las fuentes electrónicas (on-line resources) pueden aportar una gran cantidad de información lingüística muy valiosa, que puede servir como punto de partida para la creación de una base de datos léxica (LDB: Lexical Data Base), en la práctica es difícil aprovechar toda la información que esas fuentes electrónicas contienen. Los diccionarios en formato electrónico, por ejemplo, parecen particularmente apropiados como base para la construcción de lexicones automáticos, ya que la información que en ellos se encuentra está estructurada en cada una de las entradas, y parece posible extraer cierta información con bastante facilidad.

El problema fundamental es que los diccionarios están diseñados por humanos para ser usados por humanos. Los usuarios (humanos) son

hablantes nativos de una lengua, que saben, al menos implícitamente, cómo está estructurado el lexicón de su lengua. Los lexicógrafos, a la hora de compilar un diccionario, explotan el conocimiento lingüístico de sus usuarios potenciales, de modo que las entradas de un diccionario contienen sólo la información necesaria para que un hablante de una lengua sea capaz de conectarla con su conocimiento lingüístico general. El valor que posee el uso de los diccionarios electrónicos en la construcción de una base de conocimiento léxico se ve limitado, en muchas ocasiones, por la esencia misma del arte de la lexicografía: los diccionarios están elaborados por lexicógrafos, que son "seres humanos" (y no "máquinas"), que trabajan bajo grandes presiones de tiempo y espacio.

Esto provoca que la mayoría de ellos sean inconsistentes e incompletos y que, por ejemplo, palabras que tienen un comportamiento similar (morfológico, sintáctico, semántico, etc.) no reciban un tratamiento homogéneo en los diccionarios, ya sea por falta de tiempo, por haber sido compiladas por diferentes lexicógrafos, o simplemente por que el lexicógrafo no fue capaz de reconocer las similitudes.

A partir de la segunda mitad de los años ochenta se puede apreciar un cambio en las investigaciones relacionadas con los diccionarios en formato magnético, cambio que vino precedido por la sucesiva publicación de diccionarios especializados para estudiantes de inglés. La estructura de estos diccionarios parecía a priori muy adecuada para su uso en PLN, ya que cuentan con una formalización interna mucho mayor que otros diccionarios y son mucho más explícitos en lo que se refiere a las características sintácticas, morfológicas y semánticas de cada una de las entradas.

La mayoría de los problemas que el uso de MRDs ha planteado en la construcción de lexicones computacionales parecen derivarse no sólo de su condición de producto realizado por y para los humanos, sino también de la gran diversidad de teorías, tanto sintácticas como de otro tipo, que pueden subyacer a la construcción de cada sistema para el que se han intentado usar. Cada una de estas teorías puede representar información similar de manera muy diferente o puede incluso trazar una línea divisoria diferente entre la información que ha de aparecer en el lexicón y la información que debe aparecer en otros componentes del sistema.

Uno de los principales problemas que presentan los lexicones computacionales es que mientras que el lenguaje es un objeto dinámico que evoluciona constantemente, los diccionarios son, por definición, objetos estáticos. El paso de tiempo que transcurre entre el proceso de compilación y la edición, publicación y distribución de un diccionario,

hace imposible que pueda ser un reflejo totalmente actualizado de una lengua, situación que se va agravando cuanto más tiempo ha pasado desde su publicación.

Éste, junto con alguno de los problemas que ya hemos señalado anteriormente, ha provocado que en los últimos diez años se haya considerado en algunos proyectos de enorme magnitud como por ejemplo WordNet, la entrada manual de datos como el método más económico y seguro de adquisición de conocimiento léxico, aunque consideraciones de este tipo también han llevado a contemplar los corpórea textuales informatizados como fuentes potenciales para la adquisición de información léxica actualizada.

Esta tendencia a considerar los corpórea textuales como fuentes de información léxica en sistemas de PLN es consecuencia del reciente resurgimiento de la aplicación de métodos empíricos y estadísticos al análisis lingüístico, que ha desarrollado una corriente propia en el ámbito de la lexicografía comercial que se conoce como *Lexicografía de Corpus*.

La *lexicografía de corpus* considera que el proceso de compilación de un nuevo diccionario debe derivarse del estudio y análisis exhaustivo de la lengua, tal y como ésta es usada por sus hablantes en situaciones reales, es decir, a través del estudio de un corpus representativo de textos, tanto orales como escritos, de una lengua. Las crecientes posibilidades de obtener y almacenar enormes cantidades de texto informatizado han hecho posible que algunas editoriales hayan usado intensivamente los corpórea textuales en el proceso de compilación de sus diccionarios, tanto en la creación de las entradas léxicas del diccionario como en la división de significados de las entradas, la selección de los ejemplos de uso o la información gramatical y colocacional que se incluye en las entradas.

Los corpórea textuales han demostrado ser de gran utilidad en el ámbito de la lexicografía comercial y están siendo aplicados con éxito a otras áreas del procesamiento de lenguaje natural, como por ejemplo en la categorización de nombres propios o en la desambiguación léxica por medio de la aplicación de métodos estadísticos.

#### 2.2.4. WordNet

WordNet es un ejemplo de diccionario en formato magnético (MRD: Machine Readable Dictionaries), para el idioma inglés convirtiéndose en uno de los recursos más valiosos para el procesamiento del lenguaje natural (PLN). El desarrollo de WordNet se inició en 1985 en el Laboratorio de Ciencias Cognitivas de la Universidad de Princeton bajo la dirección del Profesor de Psicología George A. Miller.[Miller et al.1990]

La diferencia más obvia entre WordNet y un diccionario estándar es que WordNet divide el lexicon en cuatro categorías: nombres, verbos, adjetivos y adverbios. La característica más ambiciosa de WordNet es intentar organizar la información léxica en términos del significado de cada palabra mas que en las formas de las palabras.

La fundamentación teórica del sistema ([Pérez y Pérez y Sharples1986]) tiene su origen la idea de la “matriz de vocabulario” (“vocabulary matrix”). Miller usa el término forma léxica (“word form”) para referirse a la expresión física que se escribe o se pronuncia y significado léxico (“word meaning”) para referirse al concepto lexicalizado que se expresa por medio de una forma léxica.

También argumenta que cualquier diccionario impreso puede ser reducido a la proyección de los significados sobre las formas (entradas léxicas), y esto puede a su vez ser reducido a una matriz. Propone, por tanto, un concepto abstracto que es la **matriz de vocabulario**. Las columnas de una matriz contendrían todas las palabras (formas léxicas) de un idioma, mientras que las filas contendrían todos los significados. Una entrada de una celda de la matriz implica que la forma léxica de una columna puede usarse (en el contexto apropiado) para expresar el significado de esa fila. En el caso de que haya dos entradas en la misma columna, la forma léxica es polisémica; si hay dos entradas en la misma fila, las dos formas léxicas son sinónimas.

Las consecuencias teóricas de este sistema (no olvidemos que en definitiva se trata de un concepto abstracto) son ciertamente interesantes. En primer lugar, la matriz daría acceso a la información de dos maneras: se podría acceder a una columna e ir bajando hasta el final, de esta forma obtendríamos todos los sentidos que una palabra puede tener en diversos contextos. También podríamos acceder por una fila y seguirla hasta el final, de este modo obtendríamos todas las maneras posibles de expresar un determinado concepto. Así, la matriz de vocabulario contempla dos de los principales problemas de la semántica léxica, la polisemia y la sinonimia, como dos aspectos complementarios de una única estructura abstracta.

La matriz de vocabulario, como representación de la estructura del lexicón mental, plantea algunos problemas a la hora de diseñar su versión electrónica. En primer lugar, el hecho evidente de que mientras la mente del hablante puede trabajar directamente con conceptos, la matriz no puede escapar al ámbito de las palabras. Este problema, por supuesto, no escapó a Miller cuando en 1986 ya hablaba de “*that wordy feeling*”.

La respuesta que WordNet propone para la representación de los conceptos, está basada en la matriz de vocabulario y se les denomina “*sy-*

*nonym sets*". Un "synonym set", abreviado "***synset***", no es más que el resultado de cruzar una fila de la matriz de un lado a otro y asignar un número arbitrario al conjunto de palabras obtenido. Este número actuaría a modo de identificador del concepto abstracto representado por el conjunto de elementos léxicos que lo designan. Esta solución nos parece elegante a nivel conceptual, ya que el resultado es tan abstracto como "el concepto de concepto" mismo que se trata de "atrapar". Los "synonym sets" no explican lo que son los conceptos, simplemente "significan" que un determinado concepto existe. Además, al contrario de lo que ocurre con los diccionarios de sinónimos o thesauros tradicionales, un "synonym set" no tiene una palabra clave (headword), que usualmente es usada por el lexicógrafo como representativa del conjunto. Este sistema obviamente conlleva altos niveles de redundancia en cuanto representación se refiere.

La sinonimia es por tanto la relación léxica primordial en WordNet, pero no es la única. Aparte de la relación léxica básica de sinonimia, WordNet ofrece las de antonimia, superordinación (hiperonimia), subordinación (hiponimia) o vínculos ES-UN, meronimia o enlaces TIENE-UN y relaciones morfológicas. Esta clase de información en WordNet le convierte más en una red semántica y ontología que en un diccionario.

WordNet está organizado en base a estas relaciones semánticas. Puesto que las relaciones semánticas son relaciones de significados, y los significados están representados por medio de "synsets", WordNet expresa las relaciones semánticas como punteros (pointers) entre "synsets".

Dos expresiones son sinónimas si la substitución de una por la otra nunca cambia el verdadero valor de la oración en la que la sustitución es hecha. La definición de sinonimia en términos de idoneidad hace necesaria la división de WordNet en las cuatro categorías citadas antes. Esto hace que palabras con diferente categoría sintáctica no puedan ser sinónimos porque no son intercambiables.

Hiponimia e hiperonimia son relaciones semánticas entre los significados de las palabras. Un concepto representado por el synset  $x, x', \dots$  se dice que es hipónimo del concepto representado por el synset  $y, y', \dots$  si se acepta la sentencia "*An  $x$  is a kind of  $y$* " y el synset  $y, y', \dots$  es hiperónimo.

WordNet ofrece una interfaz en Windows que permite al usuario introducir una palabra para buscar y elegir en un menú desplegable la categoría sintáctica apropiada. Los menús proporcionan el acceso a las relaciones semánticas asignadas en WordNet para cada palabra.

Cuando buscas un concepto en WordNet, el primer problema es su inherente ambigüedad. Cuando el usuario pregunta por una palabra,

no es posible añadir el contexto en el que la palabra va a ser usada. La solución dada por WordNet son listas de synsets y es el usuario quien debe decidir entre ellos dependiendo de la situación.

En la Figura 2.8 se puede ver la interfaz de la versión 2.0 de WordNet, con el ejemplo de haber buscado la palabra “*beautiful*”.

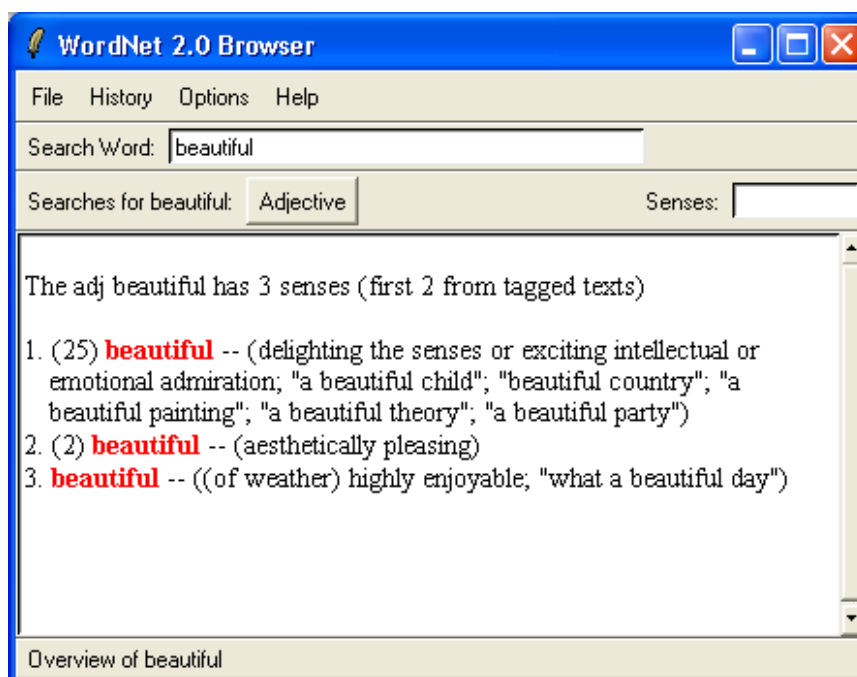


Figura 2.8: Interfaz de WordNet 2.0

## Nombres

WordNet contiene aproximadamente 57.000 formas nominales organizadas en unos 48.000 significados (“synsets”). Las definiciones de los nombres están organizadas en jerarquías semánticas, construidas en base a los términos superordinados que aparecen en las definiciones de los sustantivos, junto con los rasgos distintivos que diferencian un sustantivo de su hiperónimo. Esta relación de superordinación genera una organización semántica jerárquica que WordNet duplica por medio del uso de punteros entre “synsets”. Esta jerarquía es limitada en cuanto a su profundidad y en la mayoría de los casos no contiene más de doce niveles de organización. Los rasgos distintivos se introducen de manera que se crea un sistema de herencia léxica en el que cada palabra hereda los rasgos distintivos de su término superordinado, creándose una jerarquía que va desde los términos inferiores o subordinados de

los niveles inferiores hacia un número de términos genéricos en la parte superior de la jerarquía.

En el siguiente ejemplo:

oak @ -i tree @ -i plant @ -i organism

el símbolo “@ -i” representa una relación semántica transitiva y asimétrica de los tipos IS-A (“ES-UN”) o AKO (“a kind of”, “es un tipo de”).

En el sistema de herencia léxica de WordNet los hipónimos (o términos subordinados) están conectados a sus hiperónimos y viceversa. Por ejemplo, la entrada de la forma *tree* contiene una referencia, o un puntero del tipo “@ -i” hacia la entrada de la forma *plant*. De este modo, el “synset” de *tree* sería algo parecido a

tree, plant, @ conifer, alder, ...

donde los puntos suspensivos representan los demás posibles punteros a otros hipónimos. En la base de datos, el puntero “@” hacia el término superordinado *plant* contaría con el puntero “ ” que indicaría la relación inversa (hiponimia), hacia *tree* en el “synset” de *plant*.

Los sustantivos de WordNet no están estructurados en torno a una jerarquía única que contenga un término superordinado general del tipo *entity* que englobe a todos los demás. Al contrario que en otras jerarquías, los sustantivos se han agrupado en torno a un conjunto de “primitivos semánticos”, un grupo de conceptos genéricos, de forma que cada uno de ellos es el término superior de una jerarquía separada. Estas jerarquías se corresponden, según sus autores, con campos léxicos relativamente bien definidos, cada uno de los cuales cuenta con su propio vocabulario.

El mayor problema que esta estructuración plantea es el estatus de estos primitivos. En algunos casos, se corresponden con elementos léxicos, y sus autores parece que los tratan como tales. En otros casos, los denominan “componentes semánticos primitivos” (primitive semantic components), y los consideran conceptos a los que adscribe un campo léxico y los lexemas que en él se contienen [Miller et al.1990]. Hemos de añadir que se considera que estos componentes son los necesarios para dar cabida tanto a dominios conceptuales como léxicos y esta mezcla entre el dominio conceptual y el léxico puede provocar serios problemas en cuanto a la implementación computacional, ya que la línea divisoria entre lexemas y conceptos está lejos de quedar bien definida.

Otro problema de este tipo de jerarquías múltiples es, por supuesto, decidir cuáles han de ser esos conceptos genéricos que actúen como términos superiores en las jerarquías. En WordNet, el criterio seguido



ha sido eminentemente práctico: se han incluido los que consideran necesarios para dar cabida a todos los sustantivos del inglés.

## Adjetivos

WordNet divide los adjetivos en dos clases principales: descriptivos y relacionales. WordNet contiene aproximadamente 19.000 formas adjetivales, organizadas en unos 10.000 synsets o significados léxicos. Además de adjetivos relacionales y descriptivos, también contiene un grupo cerrado de adjetivos como *former* o *alleged*, que se consideran como adjetivos de modificación de referencia (reference-modifying adjectives).

Los investigadores encargados de la estructuración de esta parte de WordNet consideran como adjetivos descriptivos aquellos que adscriben a los sustantivos valores de atributos bipolares, y por tanto están organizados en base a oposiciones binarias (antonimia) o similitud de significado (sinonimia). Se considera que aquellos adjetivos que no poseen antónimos directos tienen antónimos indirectos en virtud a su similitud semántica con otros adjetivos que sí poseen antónimos directos. WordNet contiene punteros entre los adjetivos que expresan el valor de un atributo y el synset de sustantivos que hace referencia al atributo en cuestión.

Los adjetivos relacionales son aquéllos que significan algo parecido a “relativo a/asociado con” el sustantivo al que modifican. Se consideran como variantes estilísticas de modificadores nominales, como por ejemplo en el caso de *dental hygiene*, donde el adjetivo dental está asociado al sustantivo *tooth* o en casos donde tanto un adjetivo como un modificador nominal es aceptable como en *atomic bomb* y *atom bomb*. En WordNet, estos adjetivos relacionales tienen adscritos punteros que hacen referencia a los sustantivos con los que están relacionados. Por ejemplo, la entrada *stellar, astral, sidereal, noun.object:star* indica que *stellar, astral, sidereal* están relacionados con el nombre *star*.

La antonimia es la relación semántica básica de los adjetivos descriptivos. Esta relación está estructurada de forma que la función de estos adjetivos es expresar los valores opuestos de atributos que en la mayoría de los casos son bipolares. Esta estructuración ha planteado serios problemas, por ejemplo, en el caso de dos adjetivos que poseen un significado muy parecido, pero que tienen antónimos diferentes, o en aquellos casos en los que el adjetivo no tiene ningún antónimo, y no se le puede asignar el de otro adjetivo de significado similar.

Este problema radica en la estructuración de los sustantivos: la falta de una separación clara entre conceptos y unidades léxicas. No se puede

equiparar la relación de antonimia que existe (o puede existir) entre conceptos con la que puede existir entre unidades léxicas. Por ejemplo, la mayoría de los antónimos de adjetivos ingleses se construyen por medio de procesos morfológicos (añadiendo un prefijo negativo al adjetivo), y las reglas morfológicas se aplican a las unidades léxicas, no a sus significados. Es bien cierto que estas unidades léxicas habrán de contar con un “reflejo” semántico, pero no nos parece muy clara la forma en que una relación antonímica entre formas léxicas se puede representar por medio punteros entre “synsets”, que son, se supone, significados léxicos o conceptos.

## Verbos

WordNet contiene más de 21.000 verbos (formas verbales) y aproximadamente 8.400 significados léxicos (“synsets”). Las relaciones semánticas que se habían usado en la construcción de las redes de sustantivos y adjetivos no eran válidas a la hora de organizar los verbos ingleses, ya que la naturaleza de las relaciones semánticas existentes entre verbos difieren las que han observado entre las otras categorías.

Los verbos están divididos en 15 archivos diferentes, en base a criterios semánticos. Esos ficheros se corresponden con dominios semánticos, como por ejemplo *verbs of bodily care and functions*, *change*, *cognition*, *communication*, *competition*, *consumption*, *contact*, *creation*, *emotion*, *etc.* Todos estos verbos denotan acciones o eventos, a excepción de un archivo que contiene verbos que se refieren a estados como por ejemplo *suffice*, *belong* o *resemble*, aunque éstos no forman un dominio semántico ni comparten otra propiedad semántica que no sea la de referirse a estados.

Si el principio de herencia léxica servía para organizar las relaciones semánticas entre sustantivos y el de oposiciones bipolares las de adjetivos, las diferentes relaciones que organizan los verbos en WordNet se aglutinan en torno al principio de implicación léxica (*lexical entailment*). Este principio, tomado de la lógica proposicional, se refiere a la relación que existe entre dos verbos V1 y V2 cuando la oración *Alguien V1* implica lógicamente la oración *Alguien V2*. Por ejemplo, *snore* implica léxicamente a *sleep* porque la oración *He is snoring* implica *he is sleeping*. La relación de implicación léxica es una relación unilateral, es decir si el verbo V1 implica otro verbo V2, no puede darse el caso de que V2 implique V1, a no ser que los dos verbos sean mutuamente implicantes, es decir sinónimos.

La relación semántica de hiponimia considerada entre sustantivos, se denomina en el caso de los verbos “troponimia” (*troponymy*), ya que se

considera que las distinciones de “modo” son las más importantes a la hora de diferenciar un hipónimo verbal de su hiperónimo. La relación de troponimia entre dos verbos se expresa mediante la fórmula *To V1 is to V2 in some particular manner*. La troponimia se considera como un tipo de implicación léxica, ya que cada tropónimo V1 de un verbo más general V2, también implica V2.

Las otras dos relaciones de implicación consideradas en WordNet son la relación de oposición y la de relación causal. La relación de oposición entre verbos es bastante compleja, ya que al igual que ocurría con los adjetivos, la oposición entre verbos está basada en muchos casos en un proceso morfológico que se aplica a uno de los miembros de la oposición (como en el caso de *tie/untie* o *appear/disappear*), planteando problemas similares a los que comentamos en referencia a los adjetivos.

La relación causativa se compone de dos conceptos, uno causativo (como por ejemplo *give*) y otro resultativo (como por ejemplo *have*). WordNet incluye aquellos pares causativo-resultativos que están lexicalizados, de modo que los sinónimos de los términos de cada par heredan la relación causativa, indicando en este caso, que la relación se sostiene entre el concepto y no entre las palabras. Por ejemplo, los sinónimos *teach*, *instruct*, *educate* se consideran todos causativos del concepto *learn*, *acquire knowledge*.

Estos cuatro tipos de implicaciones se ajustan mejor para organizar unos tipos de verbos que otros. Las relaciones de troponimia, por ejemplo, se usan en los verbos de creación, comunicación, competición, movimiento y consumo. La relación de oposición sirve para organizar verbos de estado y verbos de cambio, mientras que la relación causativa se encuentra frecuentemente en los verbos de movimiento.

La finalidad principal de WordNet era convertirse en un reflejo computacional de la memoria léxica y no la representación del conocimiento léxico, por lo que no incluye mucha de la información que un hablante nativo posee acerca de las propiedades semánticas y sintácticas de los verbos. Según sus autores, no existe evidencia de que el comportamiento sintáctico de los verbos (o de cualquier otra categoría léxica) sirva para organizar la memoria léxica, por lo que sólo en la última fase del proyecto se ha empezado a incluir información sobre los aspectos sintácticos más importantes de los verbos (sobre todo aspectos relativos a la estructura argumental), y aun esto se ha hecho porque existen experimentos que indican que los aspectos semántico-sintácticos de los verbos pueden influenciar la adquisición infantil de conocimiento léxico.

El resultado de WordNet es impresionante en cuanto a la cantidad de información que contiene, sobre todo si tenemos en cuenta que toda

esta información fue incluida manualmente por el grupo de lexicógrafos del proyecto. Las ventajas de contar con toda esta información en formato electrónico son muchas, aunque los mayores problemas que se plantean son prácticos ya que las operaciones realizables con el conjunto de herramientas informáticas implementadas hasta el momento son ciertamente limitadas (básicamente, ordenación y comparación de los elementos contenidos con los elementos de otros conjuntos).

La información que contienen los diferentes ficheros es ciertamente valiosa, lo que hace que futuros proyectos que tomen WordNet como base puedan realmente sacar partido de ella si se integra en un sistema computacional apropiado, aunque debemos tener en cuenta también que no puede considerarse como un repositorio de conocimiento léxico detallado, sino como una interesante representación de las diferentes relaciones semánticas que existen entre elementos léxicos, en un intento de capturar la organización de la memoria léxica.

### 2.2.5. Ontologías léxicas

La cantidad de conocimiento envuelto en las tareas de desarrollo de procesos lingüísticos está aumentando de tal manera que se empieza a organizar en ontologías. Las mas destacadas dentro del dominio que nos ocupa son Mikrokosmos [Mahesh y Nirenburg1995], SUMO [Niles y Pease2001], y GUM [Bateman, Henschel, y Rinaldi1995].

En Mikrokosmos, la mayoría de la información neutral del lenguaje es almacenada en la ontología. Cada concepto es representado por una estructura, que permite numeros links sobre los conceptos. La ontología también contiene restricciones seleccionadas para los distintos roles. En cambio, un lexicón contiene la información necesaria para realizar un concepto en un lenguaje dado. Información sobre la morfología y la sintaxis, pero la mayoría de la información semántica estará definida en términos de conceptos de la ontología. Así, el significado de una palabra está representado parte en el lexicón y parte en la ontología. The Suggested Upper Merged Ontology (SUMO) es un entorno de trabajo especialmente diseñado para proporcionar unas bases para ontologías de dominio más específico. Combina un gran número de ontologías para conseguir una cobertura conceptual ancha y dar unas fuertes bases de conceptos lingüísticos. El objetivo de su desarrollo era una ontología estándar que fomentase la interoperabilidad, la búsqueda y recuperación de información, deducciones automáticas y procesamiento del lenguaje natural.

The Generalized Upper Model (GUM) es una ontología lingüística motivada para mediar entre los dominios de conocimiento y los sistemas

de generación de lenguaje natural. Su tarea es organizar la información para expresiones en lenguaje natural. Las categorías de las ontologías imponen un modelaje consistente en algunos dominios y garantizan una flexibilidad apropiada en las expresiones del lenguaje natural.

## 2.3. Inteligencia emocional

Las emociones desempeñan una función primordial y absolutamente vinculada a todos los ámbitos, están presentes cada día, a cada momento, acompañándonos en nuestro pensamiento, a través de nuestras acciones, nuestras conductas, de nuestra expresión facial, corporal y verbal.

El neurólogo Joseph LeDoux, manifiesta en su libro “El cerebro emocional”, que *“La mente tiene pensamientos y emociones, y el estudio de unos excluyendo otros nunca será totalmente satisfactorio”*. Palabras que justifican la importancia de las emociones y con ellas la Inteligencia Emocional. La necesidad e importancia de desarrollar, mejorar y trabajar el aspecto emocional es lo que definimos con el término de “Inteligencia Emocional”.

Esta inteligencia apareció por primera vez desarrollada en 1990 en un artículo publicado por Peter Salovey y John Mayer quienes la definían como *“la capacidad para supervisar los sentimientos y las emociones de uno/a y de los demás, de discriminar entre ellos y de usar esta información para la orientación de la acción y el pensamiento propios”*. No obstante, quedó relegado al olvido durante cinco años hasta que Daniel Goleman, psicólogo y periodista americano con una indudable vista comercial y gran capacidad de seducción y de sentido común, convirtió estas dos palabras en un término de moda al publicar su libro *Inteligencia emocional (1995)*. Pero cabe tener presente que su modelo teórico toma la Inteligencia Emocional como un rasgo de personalidad y no como procesamiento de la información emocional como defienden Mayer y Salovey quienes la conciben como algo puramente cognitivo.

Pero si queremos encontrar el origen de la disgregación entre la razón y la emoción debemos remontarnos hasta el Renacimiento. Es durante este período con Descartes cuando se concibe por una parte la razón y por otra la emoción. El tema de las emociones no es algo nuevo. Una frase relevante aparecía ya hace 2.200 años con Platón, en la que decía: *“La disposición emocional del alumno determina su habilidad para aprender”*.

Una de las principales funciones que cumplen las emociones es que permiten comunicar. En función del tipo de emociones que experimente-

mos se generarán distintos sentimientos que nos ofrecerán un punto de vista u otro de las cosas, situaciones o personas, conduciéndonos a un modo de pensamiento más o menos creativo y/o eficaz. Esta habilidad trata de desarrollar la capacidad de generar sentimientos que faciliten nuestro pensamiento. Por ejemplo, los estados de ánimo positivos conducen a un pensamiento más creativo y eficaz.

### 2.3.1. La emoción humana

La identificación de las palabras que directamente denotan emociones específicas y de sus relaciones de significado detectadas por encuestas es una ruta válida de inquisición sobre la estructura del afecto. [Díaz y Flores2001]

Los primeros interesados en ordenar las emociones fueron los filósofos racionalistas del Barroco (Guzmendez, 1986; Colhoun y Solomon, 1989). René Descartes distinguía seis emociones primitivas: *la admiración, el amor, el odio, el deseo, la alegría y la tristeza*. Baruch Spinoza consideró que eran quince las pasiones básicas. Dos siglos más tarde, en 1896, Wilhelm Wundt, uno de los padres de la psicología experimental, planteó un sistema afectivo de tres dimensiones o ejes formados por aspectos primarios y polares de la vida afectiva: un eje *excitación-calma*, otro de *placer-dolor* y el tercero de *tensión-alivio*.

La teoría más aceptada es la de *placer-activación* de Russell(1980). De acuerdo con esta teoría, la experiencia emocional puede describirse adecuadamente en dos dimensiones bipolares, continuas y ortogonales, una de *placer-displacer* y la otra de *activación-desactivación*. [Díaz y Flores2001]

De acuerdo con esta topología de *placer-activación* se plantea, en el siguiente apartado, un modelo de dos ejes ortogonales donde sea posible ubicar en ese espacio cartesiano a las emociones particulares de acuerdo con criterios empíricos y pragmáticos. El problema es que no sabemos realmente cuántas y cuáles emociones hay ni contamos con una tabla periódica de ellas.

El problema de la clasificación de las emociones es de orden fundamentalmente conceptual y necesariamente semántico. En el lenguaje natural, los conceptos subyacen al uso de los términos, y la comunicación es posible porque el concepto se asocia a rasgos distintivos del referente o del objeto; tal asociación constituye el significado de una palabra. Se puede acceder parcialmente al significado de los términos si definimos algunos factores fundamentales de la emoción. Según la teoría de Russell, dos de estos factores son el tono afectivo, que se puede especificar en un continuo de agrado o desagrado, o el grado

de activación, que se puede expresar en un continuo de excitación o relajación.

Para elaborar una noción más estructurada y sistemática de la emoción humana, varios autores, algunos tan ilustres como Spinoza y Goethe, han recurrido a una analogía cromática. Para empezar están los paralelismos que se establecen entre el color y la emoción y que dan lugar, entre otras cosas, al concepto del color de la música o el uso de ciertos colores en la arquitectura, la pintura y la decoración por sus supuestos efectos emocionales. En su libro: *Psychology of color and design*, (1979) Sharpe analiza la asociación entre color y emoción. Sus resultados confirman la conocida asociación que se establece en diversas sociedades y culturas humanas entre los colores “calientes”, como el rojo y el naranja, con la energía o la excitación, y de los colores “fríos”, como el verde y el azul, con la calma, la estabilidad y la seguridad. El amarillo se relaciona con la alegría y el violeta con la tristeza.

El *Dictionary of Affect in Language*, de Sweeney y Whissell (1984), enumera unas 4500 voces en inglés, relacionadas con la emoción, además de incluir una valoración de cada una de acuerdo con su nivel de agrado o desgrado y de activación o relajación. Todas las palabras acarrean dos niveles de significado, uno *denotativo* o descriptivo y otro *connotativo* o afectivo, de tal forma que, por ejemplo, los sustantivos relativos al parentesco (padre, madre, hermano, padrastro, madrina, etc.) están cargados afectivamente aunque no denoten emociones.

Ortony, Clore y Collins (1988) presentaron un método para seleccionar palabras que realmente se refieran a emociones porque esta selección es crucial para cualquier trabajo que use términos de la emoción. Estos trabajos nos indican que, aceptando que una parte de la codificación del afecto del lenguaje está determinada por la connotación, se puede proponer que las palabras singulares que denotan sentimientos son lo suficientemente abundantes, descriptivas y específicas como para permitir la comunicación eficiente de afectos particulares y, por lo tanto, constituir un cuerpo de conceptos singulares para fundar una posible taxonomía.

Uno de los parámetros más conocidos de la emoción es la variación enorme en la fuerza con la que se sienten los diversos afectos. La metáfora de la fuerza o intensidad de la emoción tiene una base empírica en el sentido de que está correlacionada con manifestaciones fisiológicas como la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria, la transpiración y el diámetro de la pupila. De hecho, Reiner Reisenzein (1994) demostró mediante escalas empíricas que la intensidad de la experiencia emocional puede ser cuantificada en las dimensiones de placer o displacer y de activación y relajación. El factor de la intensi-

dad es entonces uno de los criterios que se pueden adoptar como un vector seguro en el modelo del sistema afectivo análogo en el símil de los colores a la saturación cromática.

### Modelo circular del sistema afectivo

La construcción del modelo consiste en relacionar dos ejes entre sí mediante la superposición de éstos en una gráfica, de tal manera que se establezca un círculo o rueda que tenga como centro común precisamente al centro o punto neutro de cada eje. El mismo principio se usa en relación con los colores para construir una rueda cromática teniendo en cuenta el tinte y la saturación, de tal manera que los colores complementarios se colocan en oposición mutua y en grados de saturación creciente del centro a la periferia del círculo (Rainwater, 1971).

Este modelo circular presentado por [Díaz y Flores2001] no es nuevo, ya que una estructura circular del sistema afectivo, formada por ejes bipolares fue sugerida por Watson y Tellegen (1985) y por Browne(1992).

El círculo mostrado en la Figura 2.9 está basado en el mismo principio del círculo cromático. Es un plano cartesiano definido por dos variables ortogonales donde se ubican catorce ejes polares de emociones antónimas (de signo afectivo contrario). Se consideró una de esas coordenadas para ordenar los conjuntos de términos, se trata de la polaridad *agradable o desagradable*. En el círculo esta polaridad se ha ubicado en el eje vertical, con los términos agradables en el semicírculo superior y los desagradables en el inferior. Esta selección es parcialmente arbitraria ya que al identificar los afectos agradables como más apetecibles parece más correcto colocarlos arriba. La segunda coordenada es útil definir una polaridad de *excitación-relajación*, con los términos de excitación a la derecha y los de relajación a la izquierda, debido a que la totalidad de las emociones identificadas por los términos se puede ubicar en un continuo de este tipo, y porque corresponde al segundo eje bien ratificado desde el esquema de *placer-activación* de Russell(1980).

Observando la Figura 2.9, es importante hacer notar que colocando así los términos de la emoción se distinguen cuatro cuadrantes que comparten ciertas características más generales. El cuadrante superior derecho está formado por emociones positivas “brillantes” y estimulantes, como la *alegría*, la *satisfacción* o el *entusiasmo*. El inferior izquierdo, el antónimo del anterior, se caracteriza por emociones negativas “oscuras” y regresivas, como la *frustración*, la *tristeza* y el *miedo*. El cuadrante superior izquierdo está integrado por emociones



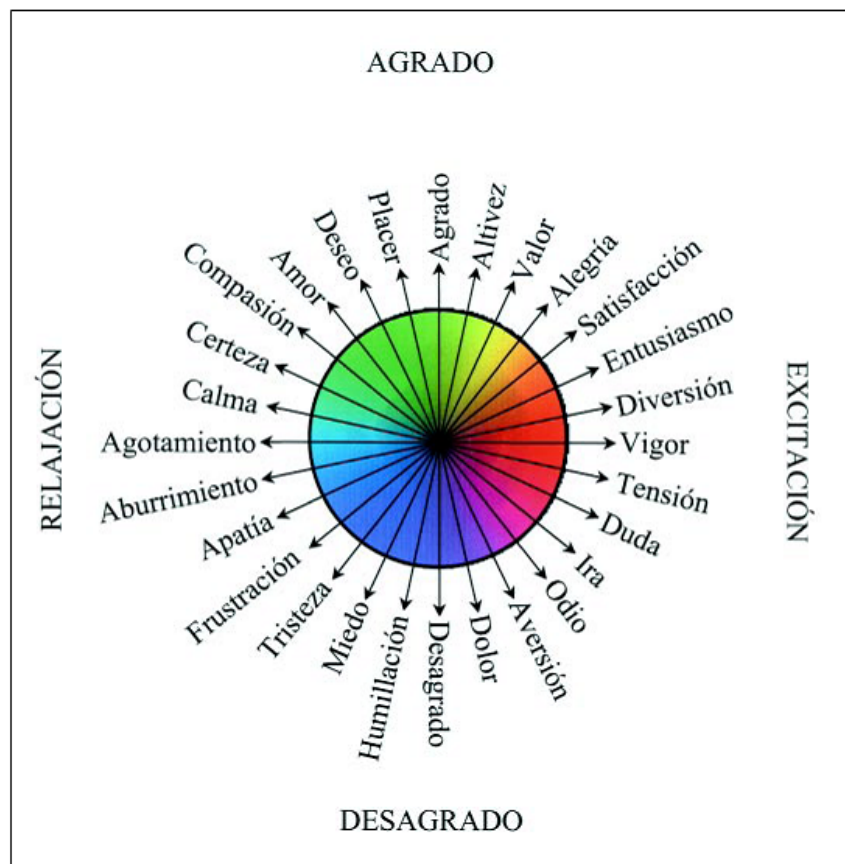


Figura 2.9: Modelo circular del sistema afectivo

positivas de tono claramente social o interpersonal, como el *amor*, la *compasión* o la *certeza*, en tanto que sus antónimos en el cuadrante inferior derecho son emociones negativas y socialmente agonistas, como la *ira*, el *odio* y la *aversión*.

### 2.3.2. Teorías de las emociones

Las emociones se definen como un mecanismo flexible de adaptación a un ambiente cambiante [Scherer1979]. Pueden distinguirse los siguientes tipos fundamentales de emoción [Cowie y Cornelius2003]:

- *Emociones extremas*: Este término denota una emoción totalmente desarrollada, la cual típicamente es intensa e incorpora la mayoría de los aspectos que se consideran relevantes en el síndrome de la emoción.
- *Emociones subyacentes*: Denotan el tipo de colorante emocional

que es parte de la mayoría o de todos los estados mentales.

De cara a seleccionar un subconjunto de emociones que permita realizar una tarea experimental, se han tenido en cuenta las siguientes clasificaciones teóricas [Francisco, Gervás, y Hervás2005a]:

1. *Categorías emocionales*: Emplea palabras a la hora de clasificar las emociones. Esta teoría engloba a otras tres:
  - *Emociones básicas*: El número de emociones básicas suele ser pequeño, en torno a los 10, como mucho 20.
  - *Emociones super ordinarias*: Existen una serie de categorías que son más fundamentales que otras en el sentido de que incluyen en sí mismas a las otras.
  - *Emociones esenciales del día a día*: Existe una lista de términos emocionales de la literatura se insta a los sujetos a seleccionar un subconjunto que represente de manera apropiada las emociones relevantes de la vida diaria.
2. *Descripciones basadas en psicología*: Según esta teoría el aspecto esencial de una emoción es el estado del cuerpo que tiene asociado.
3. *Descripciones basadas en la evaluación*: Estas teorías describen las emociones desde el punto de vista de las evaluaciones que implican.
4. *Dimensiones emocionales*: Son una representación simplificada de las propiedades esenciales de las emociones. Evaluación (positiva / negativa) y activación (activa / pasiva) son las dimensiones más importantes, en algunas ocasiones se complementan con la dimensión de poder o control (dominante / sumiso).

El trabajo de modelar la generación de lenguaje natural con emociones empieza por seleccionar el subconjunto de emociones que se desea modelar.

### 2.3.3. ANEW: Affective Norms for English Words

The Affective Norms for English Words (ANEW)[Bradley y Lang1999] fue desarrollada para obtener un conjunto de medidas emocionales para un gran número de palabras inglesas. El objetivo de esta lista es obtener un conjunto de palabras medidas en términos de las dimensiones emocionales: activación, evaluación y control.

### 2.3.4. The General Inquirer

The General Inquirer ofrece una lista de palabras marcadas con distintas categorías. La versión actual combina las categorías del análisis del

diccionario “Harvard IV-4” [Stone et al.1966] con las del diccionario “Lasswell” y cinco categorías basadas en el trabajo de cognición social de Semin and Fiedler [Semin y Fiedler1988], en un conjunto de 182 categorías.

### 2.3.5. LEW: List of Emotional Words

La Lista de Palabras Emocionales (LEW) es una lista de palabras con sus emociones asociadas. Está disponible en dos idiomas: inglés y castellano. En la construcción de la lista se generan dos bases de datos distintas que almacenan dos tipos de representación de emociones: por un lado, una base que cataloga las palabras según las categorías emocionales con las que cuenta y por otro, una base que las cataloga según las dimensiones emocionales que se les ha asociado a cada palabra. La lista ha sido obtenida a partir de un corpus marcado emocionalmente.

En la Figura 2.10 presentamos una parte de la base de datos asociada a las categorías dimensionales de la lista de palabras emocionales (LEW), donde cada fila es una palabra y a partir de la cuarta columna están las categorías emocionales con las que cuenta la LEW. Cada palabra puede estar marcada por una o más categorías.

Palabra	Tag	Palabras	boredom	happiness	relief	love	anguish	anxiety	longing	apathy	harmony	courage
ledge	NOUN	ledge	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
loneliness	NOUN	loneliness	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
lonely	ADJECTIVE	lonely	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
long	ADJECTIVE	long	0	8	0	2	0	0	0	0	0	0
long	NOUN	long	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
long	VERB	longed	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
longer	NOUN	longer	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
longing	NOUN	longing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
look	VERB	looking	0	9	0	0	1	0	0	0	0	0
looked	NOUN	looked	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
looking-glass	NOUN	looking-glass	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
loom	NOUN	looms	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
loom	VERB	looms	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lose	VERB	lose	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
loss	NOUN	loss	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lost	ADJECTIVE	lost	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lost	VERB	lost	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
loud	ADJECTIVE	loud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
loudly	ADVERB	loudly	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
love	NOUN	love,love	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0
love	VERB	love,loved	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
loved	ADJECTIVE	loved	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lovely	ADJECTIVE	lovely	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
loving	ADJECTIVE	loving	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
low	ADJECTIVE	low	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
low	ADVERB	low	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
luck	NOUN	luck	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lustrous	ADJECTIVE	lustrous	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 2.10: Categorías emocionales

En la Figura 2.11 se puede ver parte de la base de datos correspondiente a las dimensiones emocionales de la lista de palabras emocionales (LEW), donde para cada palabra tiene asociado los valores de activación, evaluación y control, junto con sus valores normalizados.

La tarea de marcar los textos con emociones es llevada a cabo a partir de un diccionario de palabras obtenido de la evaluación de un corpus

Palabra	Tag	Palabras	Activacion	Evaluacion	Control	Apariciones	MeanAct	MeanEval	MeanCon
attendant	NOUN	attendants	23	25	25	5	4,6	5	5
attitude	NOUN	attitudes	20	18	20	4	5	4,5	5
authority	NOUN	authority	10	10	10	2	5	5	5
autumn	NOUN	autumn	61	70	70	14	4,3571428571	5	5
avoid	VERB	avoid	13	10	10	2	6,5	5	5
awake	ADJECTIVE	awake	36	30	30	6	6	5	5
away	ADVERB	away	114	105	105	21	5,4285714286	5	5
awe	NOUN	awe	38	30	30	6	6,3333333333	5	5
awful	ADJECTIVE	awful	0	0	0	0	4	3	4
awoke	VERB	awoke	99	75	75	15	6,6	5	5
axe	NOUN	axe	42	30	30	6	7	5	5
back	ADJECTIVE	back	24	20	20	4	6	5	5
back	ADVERB	back	0	0	0	0	4	4	4
back	NOUN	back	31	30	30	6	5,1666666667	5	5
backward	ADVERB	backward	0	0	0	0	4	4	4
backwards	ADVERB	backwards	0	0	0	0	4	4	4
bad	ADJECTIVE	bad	24	25	25	5	4,8	5	5
badly	ADVERB	badly	0	0	0	0	4	4	4
ball	NOUN	ball	222	162	165	36	6,1666666667	5,0555555556	5,1388888889
bare	ADJECTIVE	bare	19	20	20	4	4,75	5	5
baron	NOUN	barons	23	25	25	5	4,6	5	5
bat	NOUN	bats	11	10	10	2	5,5	5	5
battle	NOUN	battle	10	10	10	2	5	5	5
be_born	VERB	be_born	0	0	0	0	5	4	4
bear	VERB	bear	22	25	26	5	4,4	5	5,2
bear_on	VERB	bear_on	0	0	0	0	3	4	4
bearer	NOUN	bearers	23	25	25	5	4,6	5	5
beat	VERB	beat	16	10	4	2	8	5	2
beautiful	ADJECTIVE	beautiful	466	430	440	88	5,2954545455	4,8863636364	5
beautiful	NOUN	beautiful	26	25	25	5	5,2	5	5
beautifully	ADVERB	beautifully	18	20	20	4	4,5	5	5
beauty	NOUN	beauty	23	28	25	5	4,6	5,6	5
becam	VERB	became	47	40	40	8	5,875	5	5
becom	VERB	become	12	10	10	2	6	5	5
bed	NOUN	bed_bed	412	340	340	68	6,0588235294	5	5

Figura 2.11: Dimensiones emocionales

de textos realizada por humanos aplicando técnicas de análisis del lenguaje. Técnicas similares son aplicadas después para asignar emociones a oraciones para la asignación de las palabras que las componen.

Para obtener un conjunto de palabras que se puedan usar para marcar los textos, cada texto que forma parte del corpus debe de ser marcado por más de una persona, ya que asignar emociones es una tarea subjetiva. En esta propuesta, [Francisco y Hervás2007], la tarea del marcaje de los textos es llevada a cabo por quince evaluadores. Así el proceso de obtener la *lista de palabras emocionales* (LEW:List of Emotional Words) implica dos diferentes fases: *método de evaluación*, donde varias personas marcan los textos del corpus; y el *método de extracción*, del marcaje de textos se obtiene la lista de palabras emocionales.

Hay que decidir que textos van a formar parte del corpus y especificar el dominio de trabajo para poder acotar las palabras con las que vamos a trabajar. En este caso se focaliza el esfuerzo en un dominio específico: *cuentos*. Se decidió este dominio, porque generalmente tienen la intención de ayudar a los niños a entender mejor sus sentimientos, y normalmente muestran ejemplos de las emociones que la mayoría de los chavales experimentan en su camino hacia la madurez: *felicidad*, *tristeza*, *preocupación*,...

Una vez que el dominio de los textos del corpus es establecido, el conjunto de los cuentos específicos con los que se va a trabajar debe de ser seleccionado. Aquí, se eligieron ocho cuentos de diferentes longitudes, en Inglés y en Español. Los cuentos son marcados con categorías y con dimensiones emocionales. Se les proporcionó a los evaluadores una lista con diferentes emociones para ayudarles en la asignación de las categorías emocionales y se usó el estándar SAM para ayudarles en la asignación de los valores de cada dimensión.

El estándar SAM está basado en la escala *Semantic Differential*, que es una forma de construir escalas, desarrollada en 1950 para tratar con emociones y sentimientos. Se basa en la idea de que la gente piensa en términos de polos opuestos como bueno-malo, fuerte-débil, . . . Mide las reacciones de la gente ante las palabras y los conceptos en términos de medidas en escalas bipolares definidas por adjetivos contrarios en cada extremo.

Para adjudicar a cada palabra el valor de las tres categorías emocionales principales (evaluación, activación y control) Lang [Lang1980] creó una escala emocional denominada SAM. Las figuras de SAM muestran una escala bipolar para cada una de las dimensiones emocionales. La Figura 2.12 muestra estas tres escalas que proporciona SAM.

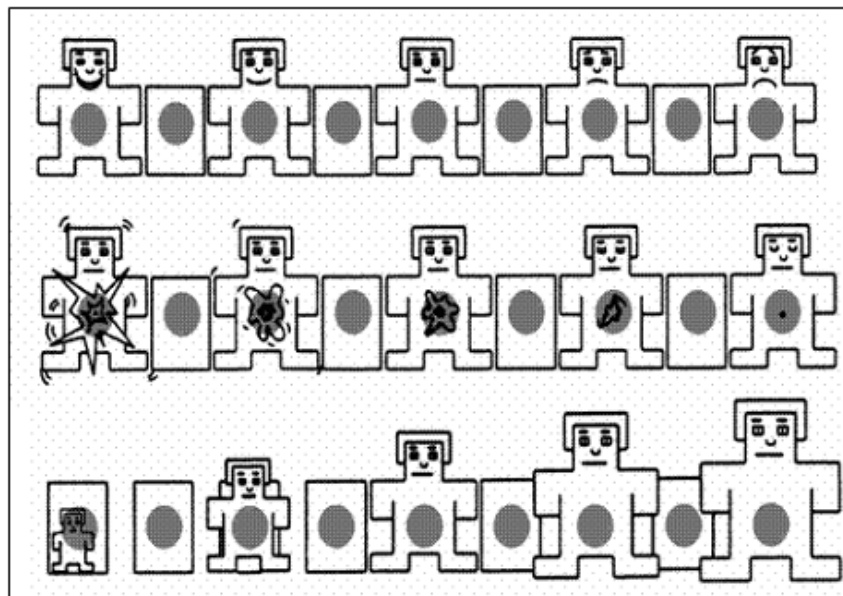


Figura 2.12: Escala dimensional según SAM: evaluación, activación y control

Los cuentos son divididos en frases y los evaluadores tienen tres casillas para cada una de las tres dimensiones (activación, evaluación y control)

en las cuales deberán poner una puntuación del 1 al 9 dependiendo del tipo de emoción que les transmita la frase en cuestión.

En la primera fila de figuras de SAM aparece la dimensión evaluación, el extremo izquierdo de esta escala trata de transmitir alegría, felicidad, satisfacción u optimismo, el otro extremo representa la tristeza, molestia, insatisfacción, melancolía, desesperación o aburrimiento.

La segunda fila de figuras representa la dimensión de activación, la parte izquierda trata de transmitir estimulación, excitación, frenetismo o nerviosismo. Y en la parte derecha nos encontramos con un sentimiento completamente opuesto, esta parte de la escala trata de transmitir relax, calma, pereza, aburrimiento o somnolencia.

La última fila muestra la dimensión de control: la parte izquierda trata de transmitir el sentimiento de ser controlado, guiado, intimidado o sumiso y en la parte opuesta se trata de transmitir control, influencia, importancia, dominio o autonomía. Los evaluadores deben elegir uno de estos nueve puntos para identificar la evaluación, la activación y el control transmitidos en cada una de las frases que componen los cuentos del corpus.

Basándose en los cuentos marcados por los evaluadores obtenemos dos bases de datos de palabras y su relación con las categorías y dimensiones emocionales, una en Inglés y otra en Español. Siguiendo un algoritmo, se obtiene el valor de referencia de cada oración y llevando a cabo el siguiente proceso se obtiene la LEW list.

Primero, se divide el texto en oraciones que son procesadas con MINIPAR [Lin1998] para obtener las palabras afectadas por una negación y con un marcador se le asignan etiquetas a cada palabra del texto. Con cada palabra y sus etiquetas se procesan como sigue:

- Se descartan las palabras con etiquetas pertenecientes a la lista de parada (conjunciones, numeros, determinantes, preposiciones, ....)
- Se obtiene la raíz de las palabras.
- Se inserta la pareja raíz-etiqueta en la LEW list con su correspondiente valor de la emoción en el caso de las palabras no afectadas por una negación y la emoción opuesta en el caso de palabras afectadas por negación.
- Se inserta la palabra junto con su etiqueta en LEW, con los valores de activación, evaluación y control con los que ha sido marcada la frase por el usuario.

Una vez que todos los cuentos han sido procesados, tiene lugar un proceso de normalización y expansión de la base de datos (LEW). En

primer lugar se normalizan los valores obtenidos para cada palabra, dividiendo estos valores entre el número de apariciones. A continuación, la LEW list es extendida con sinónimos y antónimos que son buscados en WordNet. Para insertar palabras relativas en la base de datos, el mismo valor de la emoción de la palabra original es usado en el caso de sinónimos y el valor opuesto para el caso de antónimos. No siempre es así, ya que en la construcción de la LEW si dos sinónimos aparecen en el corpus y las frases que aparecen son etiquetadas con distinta emoción, los sinónimos se almacenarán en la LEW con distinta emoción.

Para las categorías emocionales la LEW list almacena para cada palabra la probabilidad de que esta pareja indique cada una de las categorías. Para las dimensiones emocionales, la LEW list almacena para cada pareja (raíz-etiqueta) los valores de *activación*, *evaluación* y *poder* de todas las parejas en los textos analizados. Al extender la LEW, en el caso de los sinónimos se insertan en la base de datos con los mismos valores de evaluación, activación y control que tenía la palabra original y en el caso de antónimos tendremos que invertir el valor de cada una de las dimensiones. No siempre es así, ya que si dos sinónimos aparecen en el corpus y las frases que aparecen son etiquetadas con distinta emoción, los sinónimos se almacenarán en la LEW con distintos valores de las dimensiones emocionales.





---

## Capítulo 3

# Modelo para llevar a cabo una elección léxica emocional

El objetivo de este trabajo es conseguir una generación de textos adaptativa a partir de una elección léxica basada en emociones, como bien indica su título. Como ya se comentó en la Introducción, para llevar a cabo la adaptación, la información personalizada la podemos obtener de un modelo de usuario, en el que se almacena el estado de ánimo y la personalidad. Y así, la información de este modelo de usuario se tiene en cuenta en distintas fases de la generación consiguiendo un texto final adaptado a las características del modelo de usuario.

En esta investigación, acotamos los límites de trabajo, reduciendo la información del modelo de usuario a un estado de ánimo que sólo va a entrar en juego en la fase de lexicalización dentro de la generación de lenguaje natural. Sin olvidar que otra información almacenada en un modelo de usuario puede influir a la hora de crear texto, en ésta y otras fases de la generación.

El trabajo consiste en definir un nuevo módulo de elección léxica, para sustituirlo en un generador de texto en lenguaje natural, en el que el estado de ánimo va a ser una nueva entrada al módulo de lexicalización para llevar a cabo la elección de la palabra más adecuada. En la Figura 3.1, podemos ver las principales etapas de un generador y en concreto, la correspondiente a la elección léxica (Lexicalización) que se va a sustituir por el modelo aquí presentado para poder realizar una elección léxica emocional.

Actualmente los generadores de texto en lenguaje natural, llevan a cabo la fase de elección léxica de una manera lineal con una relación

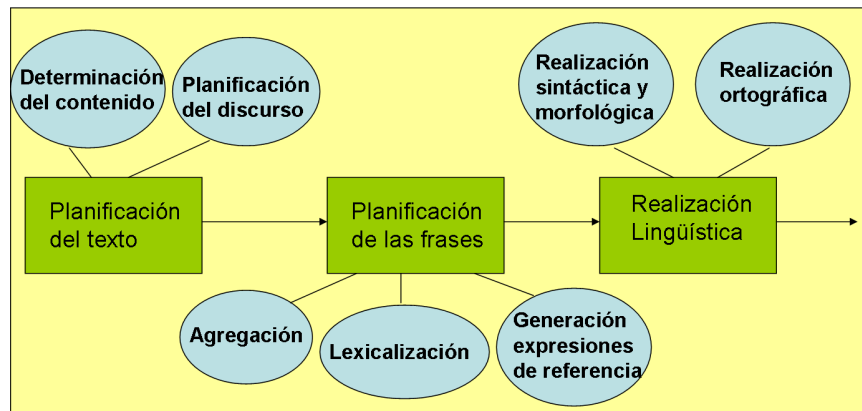


Figura 3.1: Módulos de un generador

unitaria entre conceptos y palabras. Esto es, tiene una tabla en la que a cada concepto se le asigna una palabra. No existe la posibilidad de elección léxica con varias alternativas para un mismo concepto.

En el modelo que se presenta, cada término que llega como entrada a la fase de lexicalización del generador, va a ser tratado para obtener distintas palabras que representen dicho término y que tengan asociadas connotaciones emocionales distintas, para que así en función del estado de ánimo con el que se esté generando, que es la otra entrada del módulo de lexicalización, se lleve a cabo la elección léxica correspondiente.

En la Figura 3.2 se recoge la idea general del módulo de elección léxica, que en las siguientes secciones vamos describir con detalle.

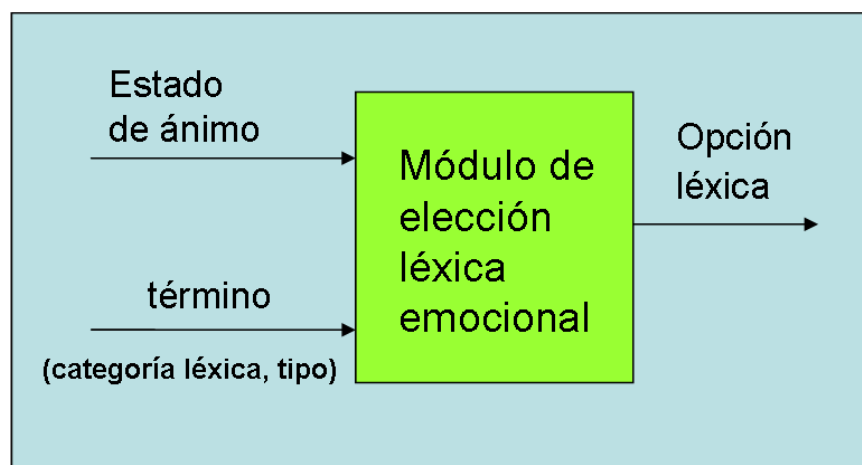


Figura 3.2: Módulo de elección léxica

### 3.1. Definición del modelo abstracto

A continuación, presentamos el modelo abstracto propuesto en el trabajo. Para poder realizar una elección léxica emocional correspondiente a la fase de lexicalización de la generación de lenguaje natural, el modelo cuenta con cuatro fases principales: (Figura 3.3)

1. Fase en la que se desambigua el significado del término que se recibe como entrada del módulo y se obtiene el concepto que representa a dicho término.
2. Fase en la que se recopilan las distintas opciones léxicas para el concepto obtenido en la fase anterior.
3. Fase en la que a cada opción léxica obtenida se asocian las connotaciones emocionales.
4. Fase en la que se selecciona la opción léxica más adecuada.

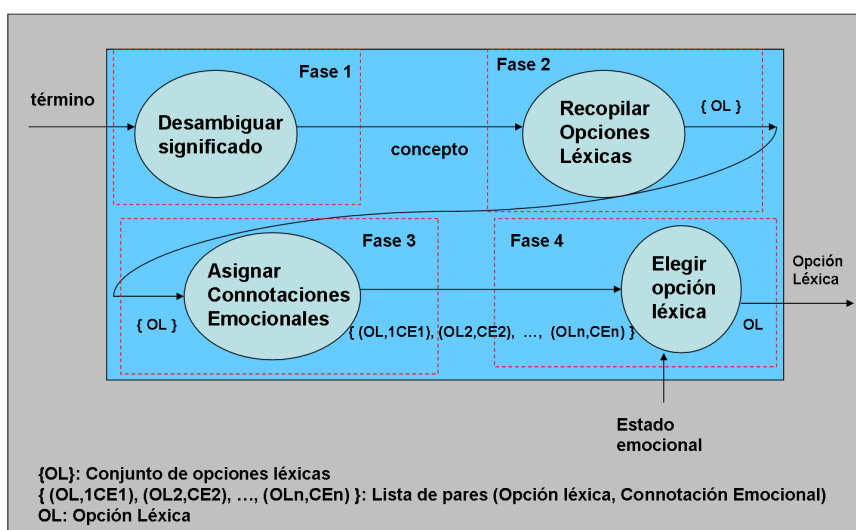


Figura 3.3: Modelo abstracto de la elección léxica emocional

El módulo recibe como entradas el término a lexicalizar y el estado emocional representado por una connotación emocional que entrará en juego en la última fase. En la primera fase, se procesa el término a través de un proceso de desambiguación del significado para obtener el concepto que lo representa. El concepto entra en la siguiente fase para recopilar las distintas opciones léxicas que lo representan. La tercera fase se encarga de asignar una connotación emocional a cada opción léxica. Y en la última fase, de todas las opciones léxicas anotadas emocionalmente, dependiendo del estado anímico de entrada, se

selecciona una de ellas como salida del módulo. Vamos a ver cada fase con detalle.

### 3.1.1. Fase 1: Desambiguar el significado

La fase encargada de la desambiguación del significado recibe como entrada el término que hay que lexicalizar y produce como salida final un concepto que representa a ese término.

Para llevar a cabo esta tarea, utiliza un módulo de consulta léxica que recibe el término y devuelve un conjunto de conceptos que representan a ese término. Este módulo de consulta léxica, utiliza un recurso léxico para poder calcular los conceptos asociados al término de entrada. A través de un algoritmo de desambiguación del significado, este conjunto es procesado y elige un concepto como salida de esta fase.

En la Figura 3.4 se muestra la tarea desarrollada en esta fase.

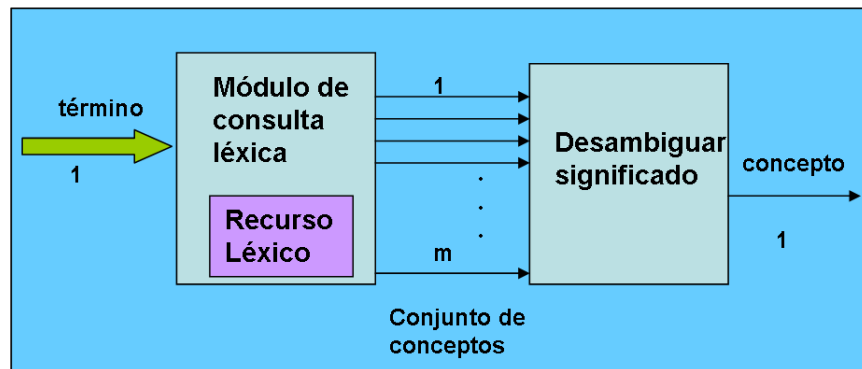


Figura 3.4: Fase 1: Desambiguar el significado

### 3.1.2. Fase 2: Recopilar opciones léxicas

Esta fase es la encargada de recopilar las distintas opciones léxicas. Recibe como entrada el concepto, salida de la fase anterior, y va a devolver la lista de opciones léxicas para ese concepto. Para llevar a cabo esta tarea utiliza un módulo de consulta léxica, que utiliza un recurso léxico determinado, para proporcionar las opciones léxicas del concepto dado.

Cuando hablamos de opciones léxicas, nos referimos a la lista de palabras candidatas que pueden ser utilizadas para representar al término que teníamos en la entrada del módulo, en un texto final generado. Las lista de palabras candidatas puede estar compuesta únicamente

por sinónimos, o puede ser ampliada con hiperónimos del concepto que dentro del contexto de generación encajen sin problemas.

En la Figura 3.5 se muestra la entrada, el recurso y la salida de esta fase.

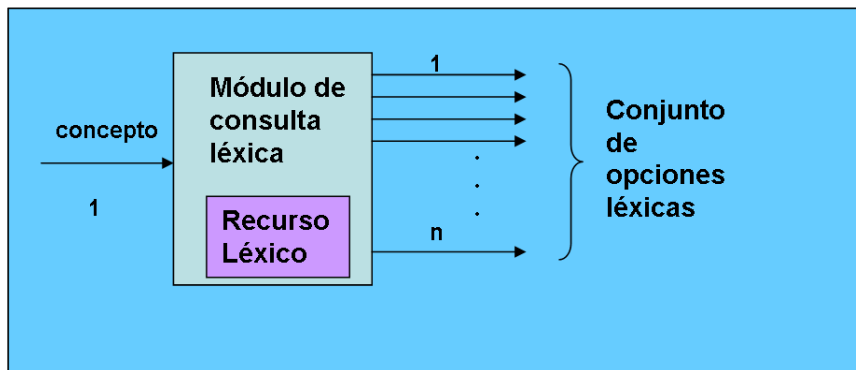


Figura 3.5: Fase 2: Recopilación de las opciones léxicas

### 3.1.3. Fase 3: Asignar connotaciones emocionales

Esta fase, recibe como entrada, la lista de opciones léxicas generada en la fase anterior. A cada opción léxica perteneciente a esa lista, se le va a asignar la connotación emocional correspondiente. Estas connotaciones añaden información afectiva a cada una de las palabras recuperadas, dotándolas de una carga emocional que las diferencia unas de otras.

Es una tarea subjetiva, como se ha comentado en otros apartados del trabajo, ya que la asignación de connotaciones emocionales depende de muchos factores psicológicos, personales, contextuales y del propio individuo. Esta tarea es llevada a cabo sólo a través de herramientas elaboradas por humanos, que somos los únicos que podemos dotar de carga emocional al lenguaje natural, y transmitir en nuestros mensajes de comunicación información afectiva subyacente de las expresiones verbales que utilizamos. Para ello, usamos un recurso emocional que sea capaz de asignar a cada opción léxica una connotación emocional.

En la Figura 3.6 se presenta el módulo correspondiente a esta fase.

### 3.1.4. Fase 4: Elegir opción léxica

La última fase del módulo, es la encargada de realizar la selección de la palabra más adecuada para utilizarse en el texto generado. En esta fase, entra en juego la información que recibimos en el módulo de elección léxica, referente al estado emocional. Así, el algoritmo de

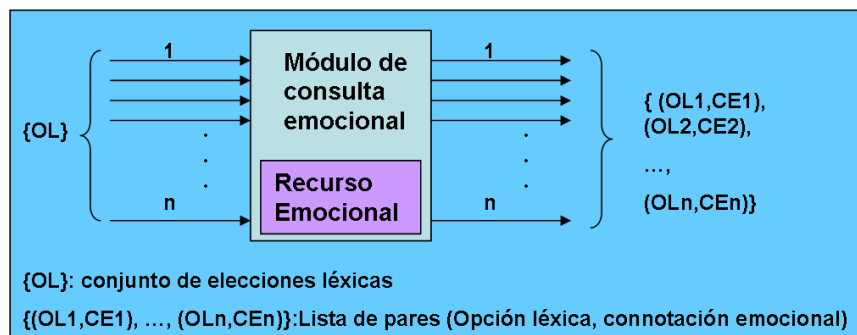


Figura 3.6: Fase 3: Asignación de las connotaciones emocionales

selección deberá tratar con la lista de palabras candidatas anotadas con connotaciones emocionales, formada por la palabra de entrada más las distintas opciones léxicas recuperadas, y con la información emocional de entrada para decidir cuál es la palabra más adecuada para representar al concepto de entrada.

Esta fase recibe como entrada de la fase anterior, una lista de pares formados por una opción léxica y una connotación emocional. Y la connotación emocional correspondiente al estado de ánimo de la entrada al módulo de elección léxica emocional. La Figura 3.7 ilustra los elementos de esta fase.

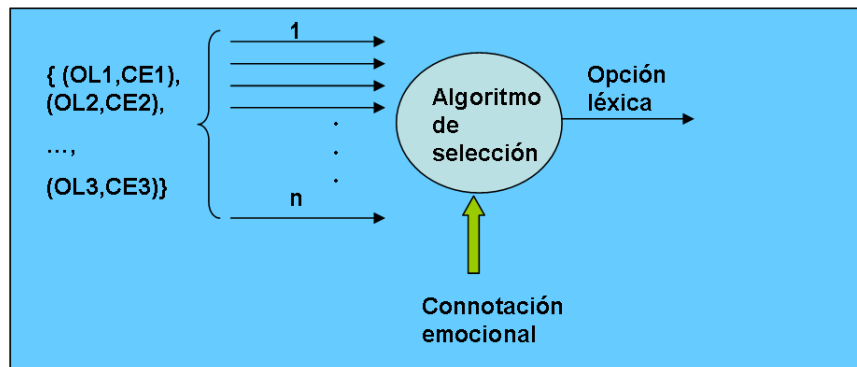


Figura 3.7: Fase 4: Elección de la opción léxica más adecuada

En esta última figura, Figura 3.8, se pueden ver todas las fases del modelo abstracto propuesto para llevar a cabo la elección léxica emocional dentro de la generación del lenguaje natural. Las dos entradas marcadas con la flecha verde, son las dos entradas al módulo de lexicalización. Y la salida del módulo, es la opción léxica correspondiente a la salida de la última fase.

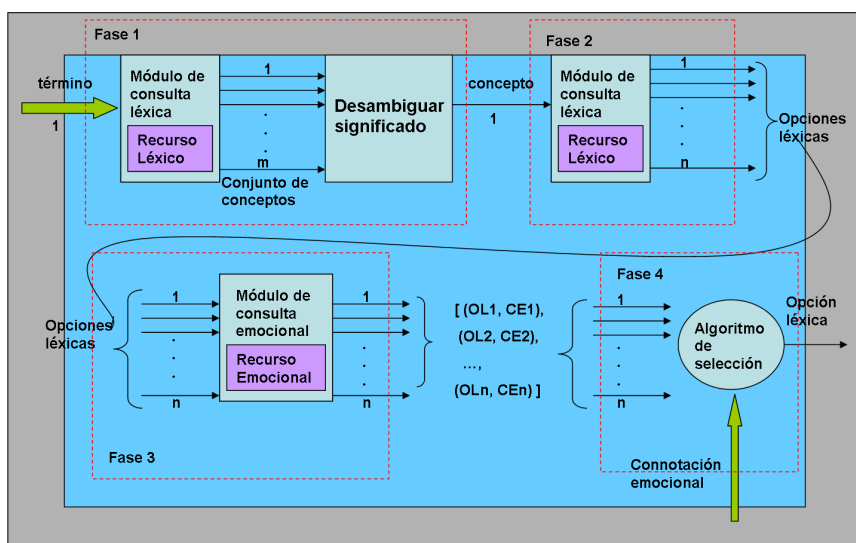


Figura 3.8: Fases del módulo de elección léxica

## 3.2. Modelo propuesto

En este apartado, se propone un modelo siguiendo el modelo abstracto presentado en la sección anterior.

La primera característica que tenemos que señalar del modelo, es que el módulo de elección léxica emocional propuesto, limita la información del estado anímico que recibe como entrada, a una única connotación emocional que viene representada por una emoción que va a determinar la generación del texto.

El módulo de elección léxica emocional del modelo propuesto, viene ilustrado en la Figura 3.9, donde se ven sus dos entradas: emoción, representada por sus dimensiones emocionales (activación y evaluación) y el término, representado por una palabra y su tipo. Y su salida: opción léxica.

El término de entrada viene representado por una palabra y su tipo (adjetivo, nombre, verbo o adverbio) y es buscado en un recurso emocional, la Lista de Palabras Emocionales (LEW) presentada en la Sección 2.3.5, para obtener sus dimensiones emocionales, *Activación* y *Evaluación*. Estos datos se utilizarán en la última fase del modelo, en el algoritmo de selección.

La emoción de entrada viene definida con un vector de dos coordenadas que representan sus dimensiones emocionales, *Activación* y *Evaluación*. Para determinar estas dimensiones emocionales a cada emoción, se ha utilizado el estándar de SAM explicado en la sección 2.3.5.

Hay que considerar varios casos con los que se puede identificar esa emoción. La emoción de entrada puede representar:

- la emoción con la que el autor, en este caso la máquina, está generando el texto.
- la emoción asociada al usuario final hacia quien se genera.
- la emoción que el autor quiere generar en el usuario final.

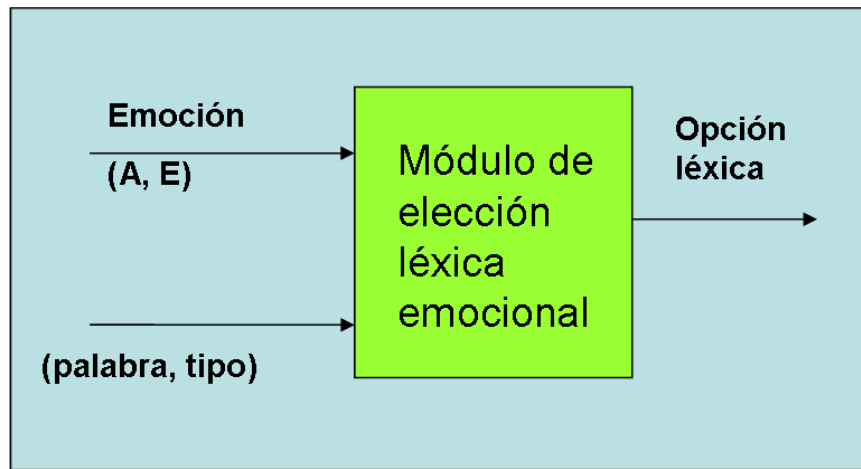


Figura 3.9: Módulo de elección léxica emocional implementado

En las siguientes secciones, se van a explicar las decisiones tomadas en el modelo propuesto a partir de las fases del modelo abstracto presentado anteriormente.

### 3.2.1. Fase 1: Desambiguar el significado

Esta fase recibe como entrada el término (palabra, tipo). En el módulo de consulta léxica, se utiliza como recurso léxico, la base de datos léxica *WordNet* (sección 2.2.4) para obtener el conjunto de conceptos, que en este caso corresponde con el *conjunto de synsets* recuperados al buscar el término en WordNet. A la hora de desambiguar el significado, el problema de la polisemia es tratado en el modelo, de una manera simple eligiendo siempre el primer synset devuelto por WordNet, aceptando que la primera acepción del diccionario es la que mayor aceptación tiene.

En la Figura 3.10 se pueden ver las decisiones tomadas en esta primera fase del prototipo.



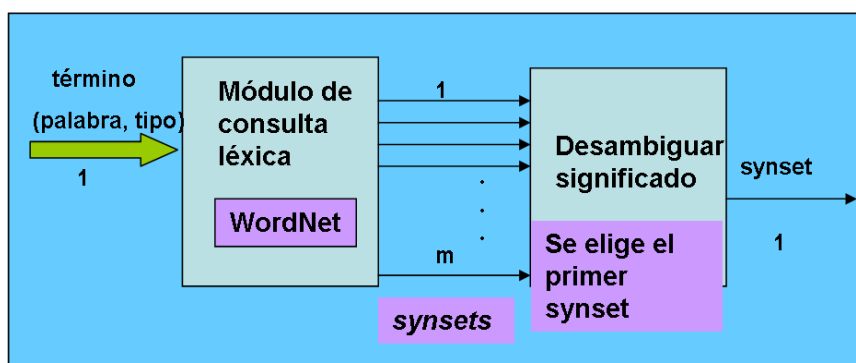


Figura 3.10: Fase 1 propuesta: Desambiguación del significado

### 3.2.2. Fase 2: Recopilar opciones léxicas

El *synset* de salida de la fase anterior, es la entrada a esta fase. En el módulo de consulta léxica, usando de nuevo el recurso léxico de WordNet, obtenemos como salida de esta fase, la lista de opciones léxicas correspondientes al primer *synset* recuperado por WordNet. Esta lista de palabras candidatas representan a los sinónimos asociados al concepto de entrada según el diccionario que se está utilizando.

En la Figura 3.11 se muestra la segunda fase de implementación desarrollada.

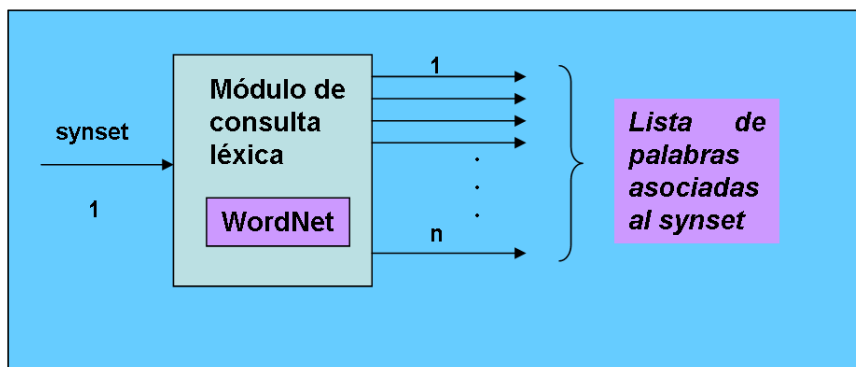


Figura 3.11: Fase 2 propuesta: Recopilación de opciones léxicas

### 3.2.3. Fase 3: Asignar connotaciones emocionales

La entrada a esta fase, es la lista de palabras candidatas recuperada en la fase anterior que son las distintas opciones léxicas que representan al término de entrada al módulo. El módulo de consulta emocional,

como recurso emocional, en este modelo propuesto utiliza la Lista de Palabras Emocionales (LEW) (sección 2.3.5). Las connotaciones emocionales que se van a asignar en esta fase, se corresponden con las dimensiones emocionales , *Activación* y *Evaluación*, recuperadas de la LEW. Aunque en la LEW se recoge también información sobre la dimensión de *Control*, en el modelo propuesto, sólo se trabaja con las dimensiones más importantes según las teorías de la emoción revisadas (Sección 2.3.2), que son la *Activación* y *Evaluación*.

Cada palabra perteneciente a la lista palabras candidatas, se busca en la Lista de Palabras Emocionales (LEW) y si está, se recuperan las dimensiones emocionales asociadas en la base de datos correspondiente. Si no está en la lista, es porque no está anotada emocionalmente en la versión de LEW que se está utilizando.

La salida de esta fase, es una lista de pares, (palabra, (activación, evaluación)) que representan todas las opciones léxicas que teníamos para representar al concepto anotadas con las dimensiones emocionales recuperadas del recurso emocional utilizado.

En la Figura 3.12 se ilustran las ideas planteadas en el prototipo.

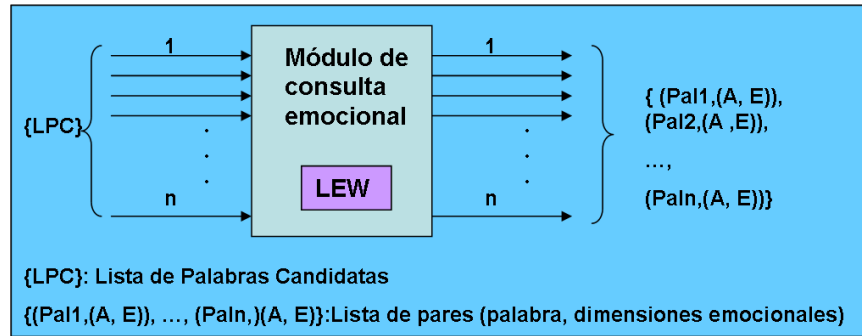


Figura 3.12: Fase 3 propuesta: Asignación de connotaciones emocionales

En el Apéndice A de este trabajo, hay una muestra representativa de los adjetivos de LEW, con sus dimensiones emocionales: activación, evaluación y control, sin normalizar. Y junto a cada adjetivo, se muestra la lista de sinónimos recuperada de WordNet junto con sus dimensiones emocionales asignadas en LEW.

### 3.2.4. Fase 4: Elegir opción léxica

Una vez que tenemos los sinónimos del concepto que representa al término de entrada al módulo, con sus dimensiones emocionales correspondientes, entran en esta fase, donde además entra en juego la

connotación emocional de entrada al módulo, representada como una emoción con sus dimensiones emocionales.

Hay que determinar que palabra va a representar al concepto que representa al término de entrada teniendo en cuenta la emoción con la que se está generando.

En la Figura 3.13 se pueden ver las decisiones tomadas en esta fase del modelo de implementación.

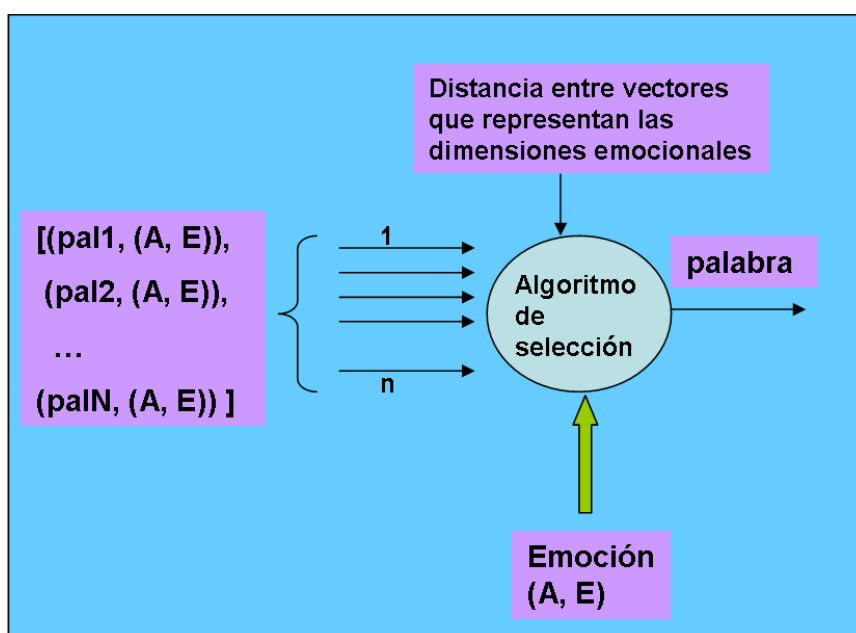


Figura 3.13: Fase 4 propuesta: Elección de la opción léxica

La lista de palabras candidatas está formada, por un lado, por las palabras recuperadas del primer synset de WordNet, y por otro, por la palabra que representaba al término de entrada.

Como todas las palabras candidatas tienen asociadas un vector de dos coordenadas con sus dimensiones emocionales y la emoción de entrada también viene definida así. El algoritmo de selección de la palabra más adecuada, va a calcular la distancia entre la emoción de entrada y cada una de las palabras candidatas. Esta distancia se calcula como la distancia entre dos vectores que es el módulo de la resta de los vectores, como muestra la ecuación (3.1).

Sean  $v$  y  $w$  dos vectores de dos dimensiones:

$$v = (v_1, v_2) \text{ y } w = (w_1, w_2)$$

La distancia entre los dos vectores, se define como sigue:

$$\text{dist}(v,w)=\|w-v\| = \sqrt{(w_1-v_1)^2 + (w_2-v_2)^2} \quad (3.1)$$

Una vez que tenemos calculada la distancia entre cada palabra candidata y la emoción de entrada, se selecciona aquella palabra que se corresponda con la distancia menor, señal de que está más cerca de la emoción en el espacio bidimensional que se representan. Pueden ocurrir dos casos especiales:

1. Se puede dar el caso, de que dos sinónimos tengan la mismas dimensiones emocionales asociadas, por lo que al calcular la distancia, van a coincidir. Si ocurre el caso que además es la distancia menor y son las palabras seleccionadas, el algoritmo aleatoriamente elegirá una de ellas.
2. Si la distancia menor calculada se corresponde con la palabra que representa al concepto de entrada al módulo, será la seleccionada como palabra de salida, por lo que no habrá ningún cambio léxico ya que en este caso, la mejor opción para representar el concepto con la carga emocional de entrada indicada es la palabra de entrada.

### 3.3. Prototipo implementado

A partir del modelo propuesto en el apartado anterior, se lleva a cabo la implementación de un pequeño prototipo para el módulo de elección léxica emocional propuesto en el trabajo.

El método propuesto imponen unas exigencias muy fuertes sobre los recursos a utilizar. Por un lado el recurso léxico debe ofrecer más de una opción léxica para una proporción significativa de los términos de entrada. Por otro lado, el recurso emocional debe ofrecer distintas connotaciones emocionales para cada opción léxica ofrecida por el recurso léxico para un término de entrada dado. Estas exigencias no se cumplen para nuestra propuesta inicial de recursos a utilizar. Esto cuestiona la elección de recursos propuesta, pero no aporta información sobre la validez del método propuesto.

Al probar el modelo con estos dos recursos, *WordNet* y *LEW*, se ha llegado a la conclusión de que no están sincronizados y la elección léxica emocional no se lleva a cabo con mucho éxito. Esto es debido a por un lado, que *WordNet* es un recurso de grano tan fino, que para una opción, ofrece muy pocos sinónimos y es muy difícil llegar al grado de precisión con el que separa los synset; y por otro lado, los sinónimos

que se recuperan asociados a un synset, muchos de ellos no están en la LEW, por lo que no tienen asociada información emocional y esto implica que no se puede hacer la selección de la palabra más adecuada dependiendo de la connotación emocional de entrada, ya que en las palabras candidatas no se tiene información emocional.

Para comprobar la validez del método se plantea construir un recurso ad hoc que cumpla estas exigencias para un subconjunto del dominio de trabajo, con el que comprobar la validez del método. Si el método resulta válido, se podrá más adelante sustituir el recurso construido por recursos de amplia cobertura que resulten apropiados. En este prototipo se usa una primera aproximación, en la que a partir de un subconjunto de la LEW, en este caso, el de los *Adjetivos*, se agrupan los sinónimos de un concepto en grano mas grueso, obteniendo así synsets con distintas opciones léxicas. El uso de este pequeño recurso léxico, conlleva a resultados pequeños conceptualmente significativos y el tener que haber agrupado los sinónimos bajo nuestro criterio, formando así synsets nuevos, puede dar lugar a que conceptualmente las operaciones puedan fallar. Pero por otro lado, al usar este recurso léxico se consigue que todas las opciones léxicas con las que trabajemos en el módulo de elección léxica emocional, tienen asociada información emocional para poder llevar a cabo la selección de la palabra más adecuada.

En las siguientes secciones vamos a ir viendo las decisiones tomadas para la implementación del prototipo y vamos a ir siguiendo cada fase del prototipo con un ejemplo de ejecución para ilustrar lo explicado.

En la Figura 3.14 se muestra las entradas que llegan al módulo de elección léxica emocional. Como emoción de entrada, está *euphoria* cuyas dimensiones emocionales, *Activación* y *Evaluación*, son (7,7), determinadas a partir del estándar SAM. Y el término de entrada viene representado por la palabra *beautiful* y el tipo *adjective*. Este término, es buscado en el recurso léxico usado en el prototipo, la Lista de Palabras Emocionales (LEW), para obtener sus dimensiones emocionales, *Activación* y *Evaluación*, que son (5,4).

### 3.3.1. Fase 1 y 2: Desambiguar el significado y recopilar opciones léxicas

Al usar el recurso léxico hecho a mano para este prototipo, las fases 1 y 2 del modelo propuesto se unifican en una única fase.

El término de entrada, representado por (*palabra, tipo*), llega al módulo de consulta léxica y éste hace uso del recurso construido a mano (*NRL, nuevo recurso léxico*). Para ese término de entrada, en el recurso hay un

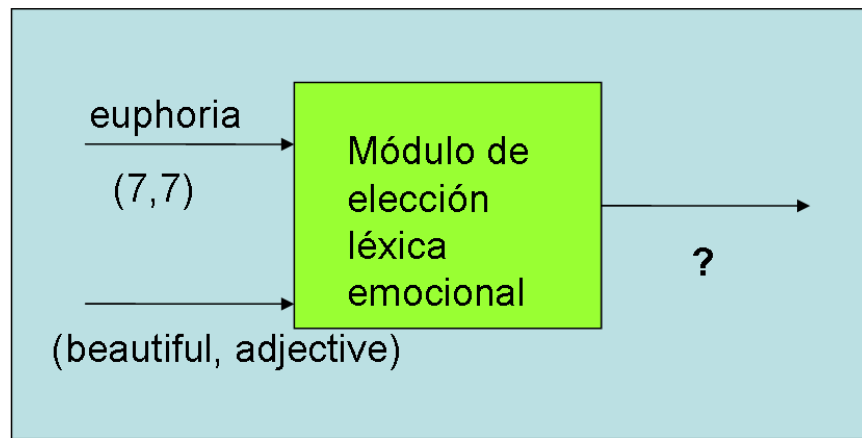


Figura 3.14: Módulo de elección léxica emocional para un ejemplo concreto

único synset asociado, por lo que no hay que ejecutar ningún algoritmo de desambiguación del significado y asociada a este synset, está la lista de opciones léxicas posible, que se corresponde con la lista de sinónimos pertenecientes a la LEW.

La Figura 3.15 muestra la unificación de las fases para el prototipo implementado.

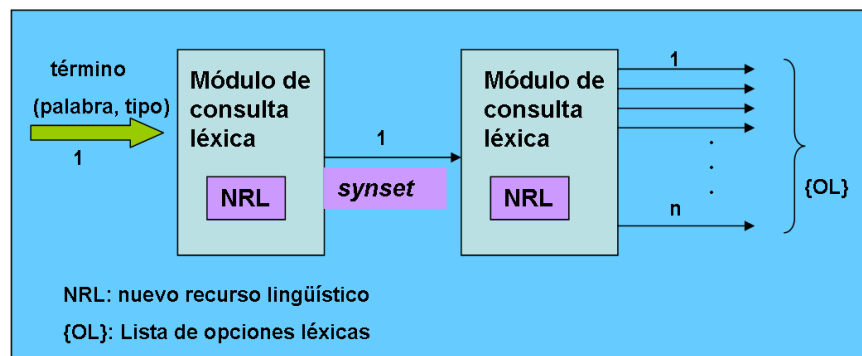


Figura 3.15: Fase 1 y 2 del prototipo implementado: recopilación de opciones léxicas

Siguiendo con el ejemplo que estamos ilustrando, en esta fase, se recibe *(beautiful, adjective)* y el módulo de consulta léxica haciendo uso del nuevo recurso léxico (NRL) devuelve el único synset asociado a este término y su lista de opciones léxicas posibles. Lo vemos en la Figura 3.16

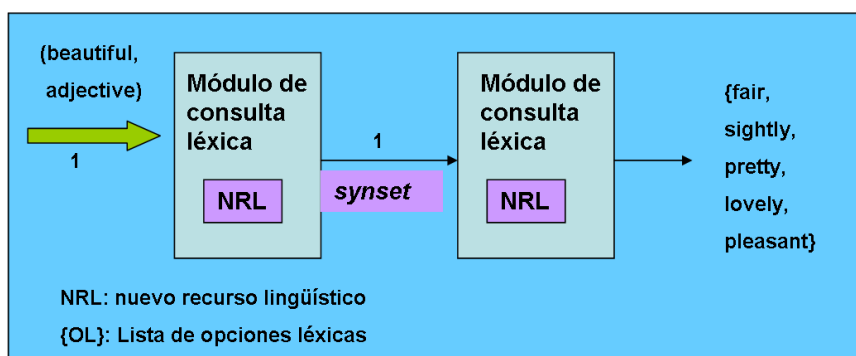


Figura 3.16: Fase 1 y 2 del ejemplo implementado: recopilación de opciones léxicas

### 3.3.2. Fase 3: Asignar connotaciones emocionales

A esta fase llega la lista de palabras candidatas recuperadas en la fase anterior. El módulo de consulta emocional, hace uso del recurso emocional LEW para asignar a cada palabra de la lista sus dimensiones emocionales, produciendo como salida una lista de pares (*palabra*, (*activación*, *evaluación*)). La fase 3 del prototipo es igual que la del modelo propuesto. Se puede ver en la Figura 3.12.

En la Figura 3.17 mostramos la ejecución de esta fase para el ejemplo que estamos siguiendo.

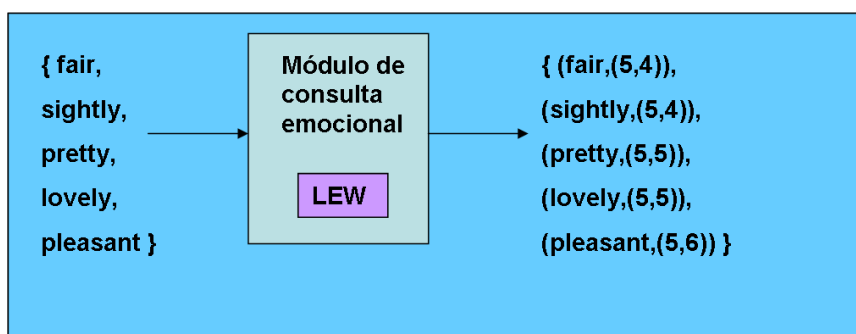


Figura 3.17: Fase 3 del ejemplo implementado: Asignación de connotaciones emocionales

En la siguiente tabla se recogen los datos obtenidos:

Palabra	Activación	Evaluación
fair	5	4
sightly	5	4
pretty	5	5
lovely	5	5
pleasant	5	6

### 3.3.3. Fase 4: Elegir opción léxica

Una vez que tenemos los sinónimos anotados con sus dimensiones emocionales. En esta fase entra en juego la emoción de entrada con la que se está generando. En la Figura 3.18 mostramos la situación en la que nos encontramos.

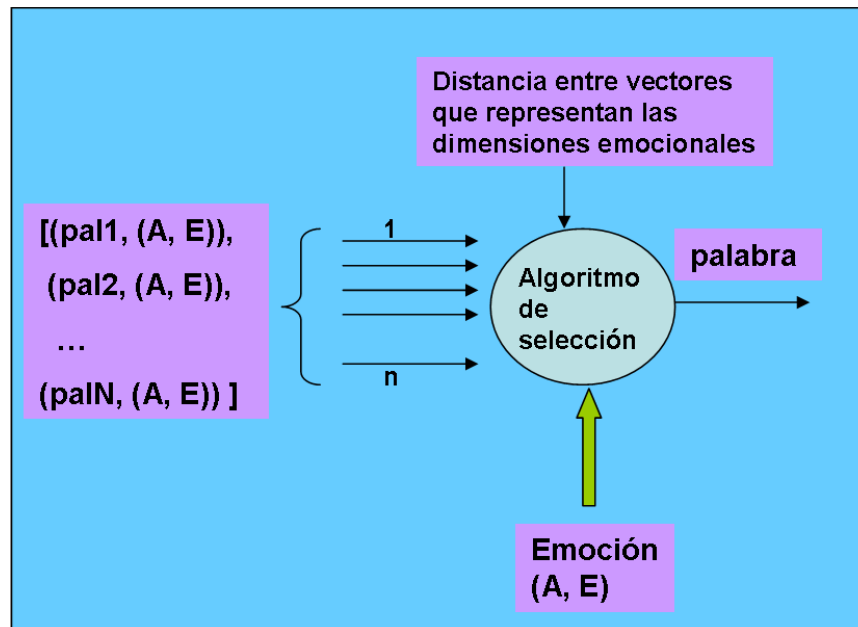


Figura 3.18: Elección de la opción léxica en el ejemplo

Como todas las palabras candidatas tienen asociadas un vector de dos coordenadas con sus dimensiones emocionales y la emoción de entrada también viene definida así. El algoritmo de selección de la palabra más adecuada, va a calcular la distancia entre la emoción de entrada y cada una de las palabras candidatas. Y también entre la emoción de entrada y la palabra que representaba al término de entrada, porque el algoritmo puede elegir ésta como la más adecuada.

Esta distancia se calcula como la distancia entre dos vectores mediante la ecuación 3.1, explicada en el modelo propuesto. Para el ejemplo que



estamos siguiendo, las distancias calculadas se presentan en la tabla

Emoción	Dimensiones	Palabras	Dimensiones	Distancia
euphoria	(7, 7)	<b>beautiful</b>	(5,4)	3,6
		fair	(5,4)	3,6
		sightly	(5,4)	3,6
		pretty	(5,5)	2,82
		lovely	(5,5)	2,82
		pleasant	(5,6)	<b>2,23</b>

El algoritmo de selección elige la palabra que le corresponda la distancia más pequeña calculada. En este caso es la palabra: *pleasant*.

En la Figura 3.19, se puede ver el espacio bidimensional de las dimensiones emocionales para la emoción de entrada, para la palabra que representa al término de entrada y para cada palabra de la lista de palabras candidatas.

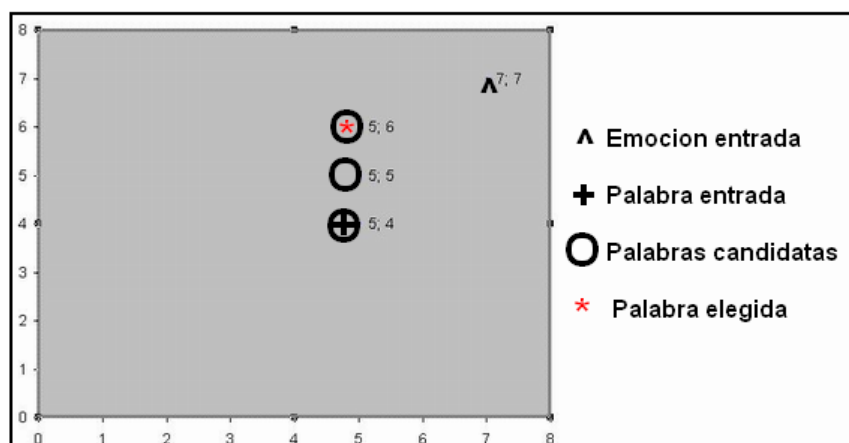


Figura 3.19: Espacio bidimensional de las dimensiones emocionales

El módulo de elección léxica emocional recibiendo esas entradas, seleccionaría como salida la palabra *pleasant*. Esto queda reflejado en la Figura 3.20.

### 3.4. Validación

Las connotaciones emocionales entendidas desde el razonamiento y sentimiento humano, no sólo vienen determinadas por las palabras

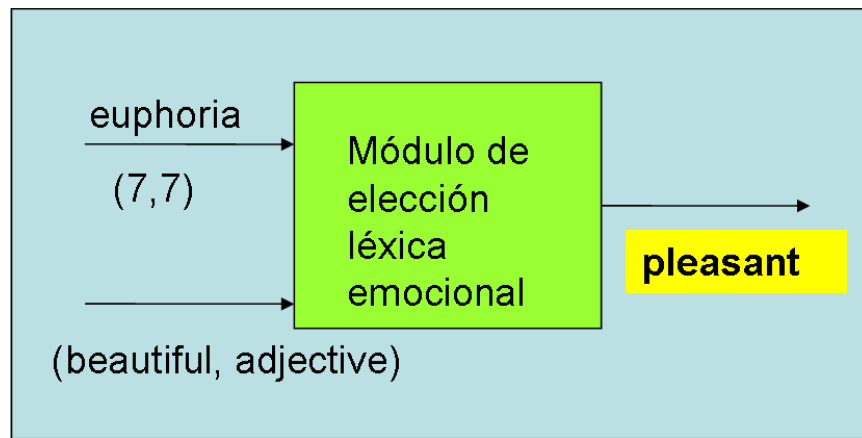


Figura 3.20: Módulo de elección léxica final para el ejemplo “beautiful”

que utilizamos dependiendo del estado anímico en el que nos encontremos, influyen factores contextuales, entonación en la voz, expresividad añadida a la hora de leer el texto generado, etc.

Como el lenguaje natural sólo los humanos lo entendemos, y no siempre, para validar los textos generados por el sistema, es necesario que la validación sea llevada a cabo por humanos.

La validación planteada para el prototipo es la siguiente. La idea es generar tres textos, cada uno con un contenido emocional distinto: depresivo, eufórico y neutro. Disponer de tres grupos de sujetos, de tal manera que cada grupo lea solo uno de los tres textos. Tras su lectura, se les entrega una lista de posibles emociones agrupadas según contenido emocional, cinco palabras cuyo contenido evocaba emociones negativas, cinco que evocaban emociones positivas y cinco palabras neutras, para que marquen las que crean convenientes que van asociadas al texto que han leído.

Evalutando estos resultados, podemos hacer una valoración del impacto emocional que tienen los textos generados por nuestro sistema, y ver hasta que punto la elección léxica emocional entra en juego a la hora de generar adaptativamente a la emoción de entrada del sistema.

La neutralidad emocional siempre se declina hacia uno de los extremos. De hecho, hay estudios psicológicos [Fernández Castro et al.1997] que postulan que el estado neutro o habitual de las personal está marcado más positivamente que negativamente, ya que las palabras con connotaciones emocionales positivas tienen mayor impacto en las personas que las palabras con connotaciones emocionales negativas. Decir lo mismo pero con otras palabras, tiene una carga emocional implícita que entra en juego inconscientemente. Las variables de estado y de

rasgo emocionales influyen en la ligazón entre emoción y procesamiento selectivo de la información de manera interactiva contribuyendo a modular la intensidad del estado de ánimo.

La validación planteada está acotada a la decisión tomada a la hora de implementar el prototipo, de que la connotación emocional de entrada venga representada por una única emoción. Pero no hay que olvidar que esta connotación emocional puede venir definida con mucha más información que puede ser utilizada a la hora de llevar a cabo la validación y de evaluar los resultados obtenidos en la misma.



---

## Capítulo 4

# Discusión y resultados

Hasta este capítulo se ha descrito con detalle cuál es el estado del arte a partir del cual ha surgido esta investigación, cuales son los objetivos que se persiguen con la idea de aportar una nueva manera de llevar a cabo la fase de elección léxica basada en emociones consiguiendo así una generación de textos adaptativa.

En este capítulo presentamos una pequeña muestra de los resultados obtenidos con el módulo de elección léxica emocional presentado en este trabajo.

Además, este capítulo está dedicado a poner de manifiesto con detalle y discutir, cuáles son las principales aportaciones que ofrece la investigación realizada.

### 4.1. Resultados

El prototipo implementado ha sido probado usando un ordenador personal, un portátil Toshiba, Intel(R) Core(TM)2 CPU, T5500 @ 1.66GHz y con 1 GB de RAM. Desarrollado en Java, usando como entorno de desarrollo Eclipse 3.3, la versión 2.0 de WordNet y la última versión accesible de la Lista de Palabras Emocionales.

Vamos a presentar algunos ejemplos significativos de los resultados obtenidos con el prototipo implementado para el módulo de elección léxica presentado en el trabajo, siguiendo las fases implementadas en el prototipo que se presenta.

En los ejemplos se distinguen varios casos que comentamos ahora:

- En el primer caso, el módulo tiene que elegir una aleatoriamente, ya que las distancias calculadas son iguales y por lo tanto sus dimensiones emocionales también.

- En el segundo caso, el módulo hace sus cálculos de distancia, pero las palabras candidatas distan más que la que representaba al concepto de entrada, por lo que se deja el que había.
- En el tercer caso, el módulo elegirá como palabra seleccionada una de las recuperadas del synset de WordNet como posible palabra candidata, ya que es la que menos dista según sus dimensiones emocionales de la emoción de entrada con la que se está generando.

#### 4.1.1. Caso 1: elección aleatoria de la opción léxica más adecuada

Para este caso, en la Figura 4.1 se muestra las entradas que llegan al módulo de elección léxica emocional. Como emoción de entrada, está *Optimism* cuyas dimensiones emocionales, *Activación* y *Evaluación*, son (5,5), determinadas a partir del estándar SAM. Y el término de entrada viene representado por la palabra *great* y el tipo *adjective*. Este término, es buscado en el recurso emocional usado en el prototipo, la Lista de Palabras Emocionales (LEW), para obtener sus dimensiones emocionales, *Activación* y *Evaluación*, que son (5,5).

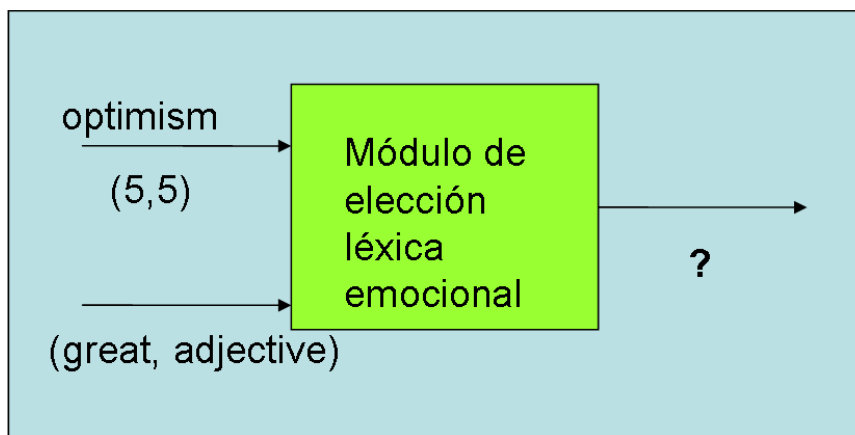


Figura 4.1: Módulo de elección léxica emocional para un caso concreto

En la **fase de desambiguar el significado y recopilar opciones léxicas** en la que se usa el NRL (nuevo recurso léxico) construido a mando, como recurso léxico para encontrar el conjunto de conceptos que representan al término de entrada (*great, adjective*), recuperamos el *synset*, que está formado por una opción léxica.

En la **fase de asignar connotaciones emocionales**: cada palabra perteneciente a la lista de palabras candidatas, hay que pasarla por

el recurso emocional que usamos, la Lista de palabras emocionales (LEW) y asignarle los valores correspondientes a las dimensiones emocionales (*activación* y *evaluación*).

Lista de pares (palabra, dimensiones): [(extraordinary, (5,5))]

En la **fase de elegir la opción léxica** hay que calcular la distancia de las dimensiones emocionales que representan la emoción de entrada y las palabras de lista recuperada en la fase anterior, además de calcularlo con la palabra que representada al término de entrada. Los resultados se observan en la siguiente tabla.

Emoción	Dimensiones	Palabras	Dimensiones	Distancia
optimism	(5, 5)	<b>great</b>	(5,5)	0
		extraordinary	(5,5)	0

El algoritmo elegirá aleatoriamente una de las dos palabras, ya que la distancia calculada es la misma, lo que implica que para la generación con esa emoción de entrada, da igual usar una palabra que otra. En la Figura 4.2 se muestra el espacio bidimensional generado con las dimensiones emocionales.

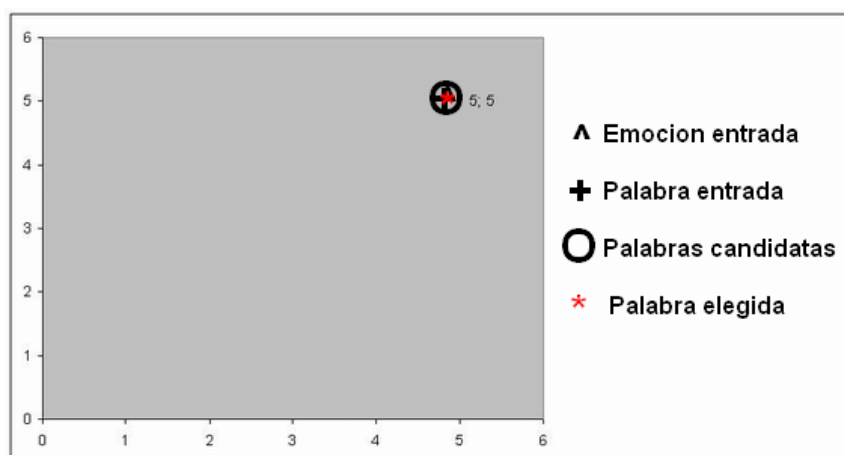


Figura 4.2: Espacio bidimensional para las dimensiones emocionales de “great”

#### 4.1.2. Caso 2: elección de la palabra que había

Para este caso, en la Figura 4.3 se muestra las entradas que llegan al módulo de elección léxica emocional. Como emoción de entrada, está *Optimism* cuyas dimensiones emocionales, *Activación* y *Evaluación*, son (5,5), determinadas a partir del estándar SAM. Y el término

de entrada viene representado por la palabra *regular* y el tipo *adjective*. Este término, es buscado en el recurso léxico usado en el prototipo, la Lista de Palabras Emocionales (LEW), para obtener sus dimensiones emocionales, *Activación* y *Evaluación*, que son (5,5).

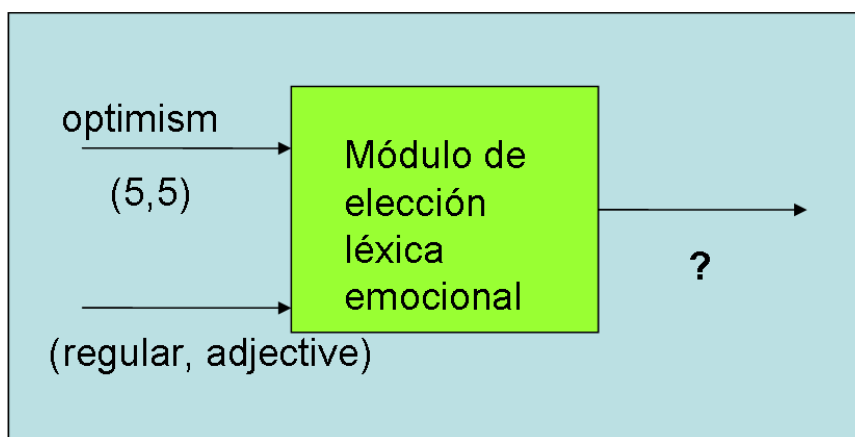


Figura 4.3: Módulo de elección léxica emocional para un caso concreto

En la **fase de desambiguar el significado y recopilar opciones léxicas** en la que se usa el NRL (nuevo recurso léxico) construido a mando, como recurso léxico para encontrar el conjunto de conceptos que representan al término de entrada (*regular, adjective*), recuperamos el *synset*, que está formado por una opción léxica.

En la **fase de asignar connotaciones emocionales**: Para cada palabra perteneciente a la lista de palabras candidatas, hay que pasarla por el recurso emocional que usamos, la Lista de palabras emocionales (LEW) y asignarle los valores correspondientes a las dimensiones emocionales (*activación* y *evaluación*).

Lista de pares (palabra, dimensiones): [(weak, (4,5))]

En la **fase de elegir la opción léxica** hay que calcular la distancia de las dimensiones emocionales que representan la emoción de entrada y las palabras de lista recuperada en la fase anterior, además de calcularlo con la palabra que representada al término de entrada. Los resultados se observan en la siguiente tabla.

Emoción	Dimensiones	Palabras	Dimensiones	Distancia
optimism	(5, 5)	<b>regular</b>	(5,5)	<b>0</b>
		weak	(4,5)	1

El algoritmo elige la palabra que le corresponda la distancia menor calculada. En este caso, la menor distancia corresponde con la palabra



de entrada al módulo, *regular*, por lo que no se produce ningún cambio léxico. La salida del módulo que corresponde a la palabra seleccionada es la palabra que representaba al concepto de entrada. En la Figura 4.4 se muestra el espacio bidimensional generado con las dimensiones emocionales.

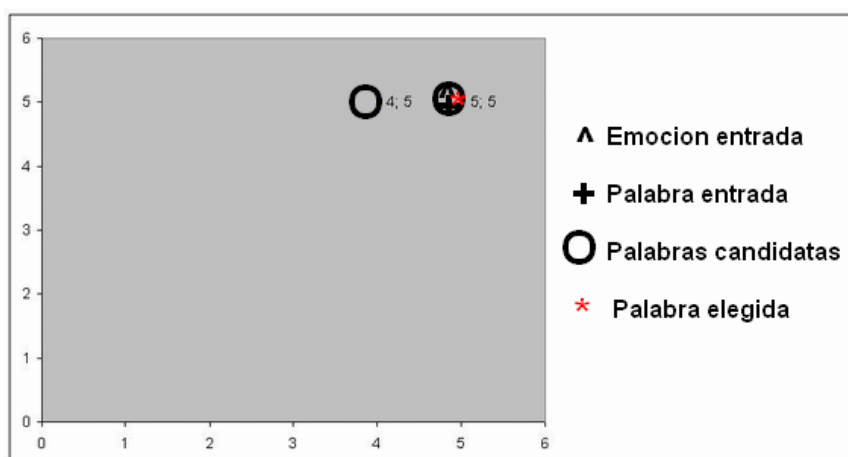


Figura 4.4: Espacio bidimensional para las dimensiones emocionales de “regular”

El módulo de elección léxica emocional quedaría según muestra la Figura 4.5

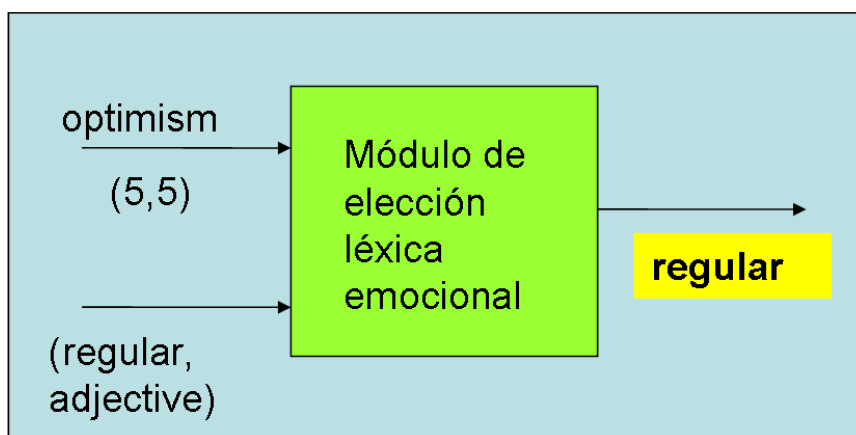


Figura 4.5: Módulo de elección léxica para el término “regular”

### 4.1.3. Caso 3: elección de la opción léxica más adecuada

Para este caso, en la Figura 4.6 se muestra las entradas que llegan al módulo de elección léxica emocional. Como emoción de entrada, está *Apathy* cuyas dimensiones emocionales, *Activación* y *Evaluación*, son (3,3), determinadas a partir del estándar SAM. Y el término de entrada viene representado por la palabra *bad* y el tipo *adjective*. Este término, es buscado en el recurso léxico usado en el prototipo, la Lista de Palabras Emocionales (LEW), para obtener sus dimensiones emocionales, *Activación* y *Evaluación*, que son (4,5).

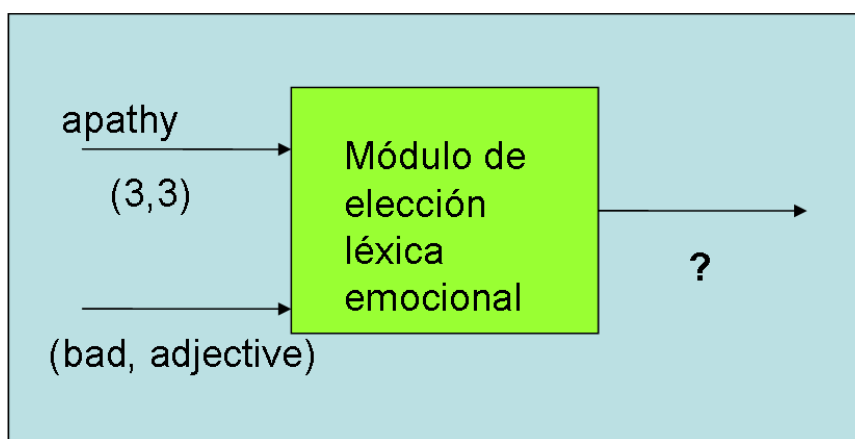


Figura 4.6: Módulo de elección léxica emocional para un caso concreto

En la **fase de desambiguar el significado y recopilar opciones léxicas** en la que se usa el NRL (nuevo recurso léxico) construido a mando, como recurso léxico para encontrar el conjunto de conceptos que representan al término de entrada (*bad, adjective*), recuperamos el *synset*, que está formado por una opción léxica.

En la **fase de asignar connotaciones emocionales**: Para cada palabra perteneciente a la lista de palabras candidatas, hay que pasarla por el recurso emocional que usamos, la Lista de palabras emocionales (LEW) y asignarle los valores correspondientes a las dimensiones emocionales (*activación* y *evaluación*).

Lista de pares (palabra, dimensiones): [(awful, (4,3))]

En la **fase de elegir la opción léxica** hay que calcular la distancia de las dimensiones emocionales que representan la emoción de entrada y las palabras de lista recuperada en la fase anterior, además de calcularlo con la palabra que representada al término de entrada. Los resultados se observan en la siguiente tabla.

Emoción	Dimensiones	Palabras	Dimensiones	Distancia
apathy	(3, 3)	<b>bad</b>	(4,5)	2,23
		awful	(4,3)	<b>1</b>

El algoritmo elige la palabra que le corresponda la distancia más pequeña calculada. En este caso es la palabra: *awful*. En la Figura 4.7 se muestra el espacio bidimensional generado con las dimensiones emocionales.

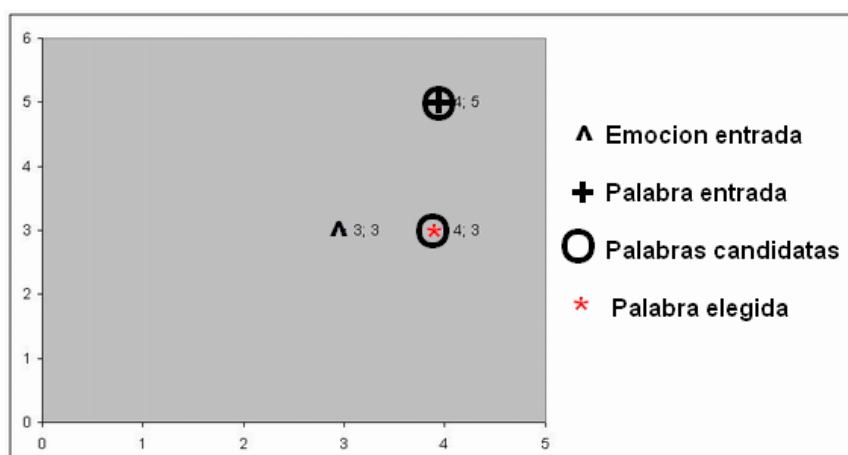


Figura 4.7: Espacio bidimensional para las dimensiones emocionales de “bad”

El módulo de elección léxica emocional quedaría según muestra la Figura 4.8

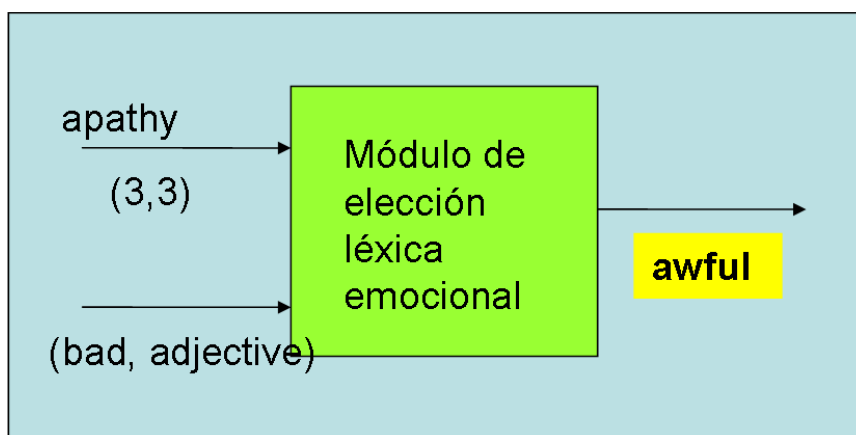


Figura 4.8: Módulo de elección léxica para el término “bad”

## 4.2. Discusión

En el apartado anterior, se ha mostrado la traza de unos ejemplos significativos de los tres casos que nos podemos encontrar a la hora de realizar la elección léxica emocional propuesta en el trabajo.

La primera característica que hay que señalar es que para poder llevar a cabo la elección léxica emocional, se tiene que contar con que los términos que se quieren lexicalizar tienen que tener una lista de sinónimos significativa y además tienen que tener información emocional. Estas dos requisitos son bastante exigentes y tienen que estar sincronizados, para que utilizando un recurso léxico que proporcione las opciones léxicas disponibles de un término, estas opciones léxicas pertenezcan al recurso emocional utilizado para que estén anotadas emocionalmente, o al menos un tanto por ciento significativo lo esté. Si no ocurre esto, la generación es muy limitada, como se ve en los ejemplos mostrados en el apartado anterior, y la lista de sinónimos que tienen connotaciones emocionales es muy pequeña.

Consecuencia de que los synsets obtenidos del recurso léxico construido a mano, no tienen una lista de sinónimos significativa que tengan connotaciones emocionales en la Lista de palabras emocionales (LEW) usada en el prototipo, la elección léxica emocional no tiene muchas alternativas para seleccionar la palabra más adecuada. Los tres casos que se pueden dar son los mostrados en los resultados: En el primer caso mostrado, las dimensiones emocionales de la emoción de entrada, de la palabra de entrada y de las candidatas coinciden, reduciendo el espacio dimensional a un único punto y dejando libertad al sistema, a través de una selección aleatoria, para elegir la opción léxica mas adecuada para generar el texto. En el segundo caso, las palabras candidatas no tienen una carga emocional mejor que la palabra que venía como entrada al módulo, por lo que la selección eligirá a la palabra que venía como la más adecuada. En el último caso, se muestra como una de las opciones léxicas recuperadas como posible candidata, tiene asociada una carga emocional más acorde con la emoción de entrada con la que se está generando, por eso será la palabra elegida.

Hay que señalar que las connotaciones emocionales utilizadas en los ejemplos, en este caso las dimensiones emocionales recuperadas de la LEW, muchas veces no tienen diferencias significativas, ya que muchos sinónimos, por el mecanismo de construcción de la LEW tienen asociados los mismos valores.

### 4.3. Principales aportaciones

El objetivo de la propuesta planteada en este trabajo es introducir la carga emocional en la fase de elección léxica a la hora de generar texto automáticamente. Hasta ahora la carga emocional se había tratado para marcar textos o en trabajos de síntesis de voz, en trabajos como el presentado en [Francisco, Gervás, y Hervás2005a]. Con este trabajo presentamos la posibilidad de realizar una generación adaptativa basada en emociones, imitando la actitud humana de utilizar unas palabras u otras dependiendo del estado emocional en el que nos encontremos. No todos los sinónimos que representan a un concepto, tienen porque tener asignadas las mismas emociones.

El modelo abstracto planteado en la propuesta ofrece la posibilidad de distintas implementaciones del módulo de elección léxica emocional, ya que permite usar diversos recursos léxicos y emocionales, y distintas implementaciones del algoritmo de selección de la última fase.

En el prototipo implementado, se utiliza como recurso emocional la Lista de Palabras Emocionales (LEW) usando este recurso, se nos presentan dos posibles implementaciones de la fase de asignación de connotaciones emocionales, ya que LEW cuenta por un lado con una base de datos que representa las categorías emocionales y por otro lado con otra base de datos que representa las dimensiones emocionales. Ya hablamos de esta separación en la Teoría de las emociones, en la sección 2.3.2 del presente trabajo.

Usando las categorías emocionales, implica que la emoción de entrada a la fase de lexicalización tiene que venir representada como una categoría perteneciente a esa base de datos, limitándonos el rango de representación de las emociones al que ya está definido en LEW. El algoritmo de selección se tiene que limitar a recuperar la palabra de la LEW con la categoría emocional asociada igual a la emoción de entrada. Esta implementación lleva implícita una dependencia ciega a la Lista Emocional de Palabras, en el sentido de categorías emocionales, ya que solo se admiten como representación de la emoción de entrada una categoría existente en LEW porque si no, no se puede identificar la emoción con la que se quiere generar.

Usando las dimensiones emocionales, se abre el abanico de posibilidades de representación de las emociones de entrada ya que ahora las emociones van a venir representadas en un punto con dos coordenadas que representan la Activación y la Evaluación, siguiendo la idea presentada en el apartado de la estructura de la emoción humana (sección 2.3.1), donde el sistema afectivo viene representado por un sistema ortogonal de las dos coordenadas, la Evaluación de LEW se identifica

con el eje vertical que especifica el tono *agradable o desagradable* y la Activación con el tono *relajación o excitación*. El algoritmo de selección, partiendo de la emoción de entrada, buscará la palabra que tenga asociada la emoción igual o más cercana. Así, la elección léxica emocional no se ve tan acotada por la LEW, ya que aunque la emoción de entrada no represente con valores exactos a una emoción definida en la LEW, siempre podrá recuperar una palabra que represente de manera mas cercana, emocionalmente hablando, al concepto y a la emoción de entrada del sistema.

---

## Capítulo 5

# Conclusiones y trabajo futuro

En la presente memoria del trabajo hemos presentado un modelo abstracto para el módulo de elección léxica emocional dentro la generación de texto. El modelo recibe como entradas el término a lexicalizar y el estado anímico con el que se quiere generar. Y su salida va a ser la opción léxica elegida para el término de entrada, dependiendo de la entrada correspondiente al estado de ánimo.

Dentro del módulo, hay cuatro fases principales: *desambiguar el significado*, en la que a partir del término de entrada, se calcula haciendo uso de un recurso léxico, el conjunto de conceptos que representan a dicho término y a partir de un algoritmo de desambiguación de significado, se elige el concepto más adecuado. La segunda fase, *recopilar las opciones léxicas*, en la que aceptando como entrada el concepto elegido en la fase anterior, se trata a través de un recurso léxico que calcula las distintas opciones léxicas que representan a dicho concepto. La tercera fase, *asignación de las connotaciones emocionales*, donde para cada opción léxica perteneciente a la lista de palabras candidatas calculada en la fase anterior, utilizando un recurso emocional, se lleva el cabo el proceso de asignar las connotaciones emocionales asociadas a esa opción léxica. La salida de esta fase es una lista de pares, (opción léxica, connotación léxica). Y la última fase, *elección de la opción léxica más adecuada*, que recibe como entrada la lista de pares calculada en la fase anterior y a partir de un algoritmo de selección definido, en el que la connotación de entrada al módulo entra en juego, se elige la opción léxica más adecuada.

En el modelo propuesto, se acota la connotación emocional de entrada a una única emoción. Hace uso del generador de texto TAP, ya que es donde se ha probado el módulo de elección léxica emocional. Y

para ello, usa WordNet como recurso léxico y la Lista de Palabras Emocionales (LEW) como recurso emocional.

Con este modelo, conseguimos un sistema de generación de textos adaptativa a partir de una elección léxica basada en emociones. Ya que partiendo de la emoción de entrada al módulo de elección léxica, lleva a cabo la generación de textos usando las palabras elegidas a partir de una elección léxica emocional.

Hemos expuesto las herramientas software a partir de las cuales ha surgido este trabajo, así como las motivaciones que han impulsado que se lleve a cabo. En el capítulo anterior discutimos las principales aportaciones.

En este último capítulo sólo nos queda explicar cuál es el estado en el que queda el trabajo y cuáles serán los caminos posteriores de investigación que se seguirán para conseguir que el esfuerzo en la investigación que se ha invertido hasta aquí sea el principio de un trabajo mayor que pueda ofrecer, en la medida de lo posible, un conjunto de nuevas ideas en la Inteligencia Artificial.

## 5.1. Estado actual del trabajo

El sistema que se ha descrito en este trabajo es el fruto del estudio y del esfuerzo para llevar a cabo una generación de textos en la que las emociones tengan un papel fundamental a la hora de realizarse la fase de elección léxica dentro de las tareas que se desempeñan en la generación, aportando así ideas que pueden ser continuadas y mejoradas. Las aportaciones que ofrece el sistema han sido comentadas en la Sección 4.3. Sin embargo, éstas no están, ni mucho menos, cerradas o concluidas. Lo que no haya sido resuelto en este prototipo, debe seguir siendo estudiado.

Por tanto, la conclusión general a la que se puede llegar tras el trabajo de investigación es que los resultados han sido, si bien preliminares, sí satisfactorios considerándolos con lo que se esperaba obtener. El objetivo principal de este trabajo era aquél definido en el título: “Generación de textos adaptativa a partir de una elección léxica basada en emociones”, y esto se ha logrado. La generación de texto que conseguimos no es perfecta debido a las limitaciones de los recursos con los que contamos, pero sí disponemos de un sistema mejorable que implementa ya ideas importantes sobre las que podemos seguir trabajando.



## 5.2. Mejoras del sistema

Desde luego la investigación de este trabajo, a pesar de haber dado frutos en forma de ideas y de pequeñas aportaciones, ha de ser continuada para conseguir objetivos más ambiciosos sobre la generación adaptativa de textos en la que las emociones entran en juego. El objetivo general de la investigación es conseguir un sistema lo suficientemente potente como para, dentro de un dominio determinado, crear textos cargados emocionalmente ya que la elección léxica llevada a cabo en la generación va a venir determinada por la emoción de entrada con la que se quiere generar. Es mucho el trabajo que queda por hacer, y en la sección anterior ya expusimos y propusimos una serie de tareas como mejoras del sistema que se dejan como trabajo futuro para la continuación de la investigación.

Con el prototipo implementado siguiendo las ideas expuestas hasta aquí, no se dispone de una gran amplitud de vocabulario etiquetado emocionalmente debido a las limitaciones que nos presentan las tecnologías utilizadas, por lo que la generación de textos está muy acotada y muy restringida a un dominio concreto en el que se hace uso de las palabras disponibles para llevar a cabo una generación adaptativa a la emoción de entrada. Además, hace falta una evaluación o validación del sistema más completa y estudiada que la que se ha expuesto, ya que sin ella no se puede valorar y mejorar la salida del sistema.

### 5.2.1. Ampliar la Lista de palabras emocionales

El prototipo implementado utiliza como recurso emocional la Lista de Palabras Emocionales (LEW) para asignar a cada palabra las dimensiones emocionales correspondientes. Para que la generación de lenguaje natural fuese mucho más fluida y cercana a la realidad humana, una posible mejora sería ampliar la LEW con un vocabulario mucho mas amplio, añadiendo multitud de palabras etiquetadas emocionalmente, para evitar problemas como que muchos sinónimos devueltos por WordNet no se encuentran etiquetados en la lista. Y esto obliga a tener que realizar una generación con un lenguaje más acotado ya que la elección léxica emocional solo juega con las palabras que están en la lista.

La ampliación de la Lista de palabras emocionales con nuevas palabras etiquetas emocionalmente, tanto con las categorías emocionales a las que está asociada cada palabra, como con las dimensiones emocionales que se le asocian, abre el abanico de posibilidades en la generación adaptativa planteada. Ya que ampliando el numero de palabras candidatas en la fase de elección léxica y aplicando después el algoritmo de

selección basado en la emoción de entrada, se consigue una generación mucho más rica semánticamente y una mejora a la hora de intentar imitar el comportamiento humano, cuando en nuestras expresiones verbales entran en juego nuestro estado emocional.

Señalar también que en la base de datos correspondiente a las dimensiones emocionales de LEW, hay muchas palabras categorizadas neutrales (Activación=0 y Evaluación=0) con lo que se limita mucho la asociación de emociones. Somos conscientes de que hay muchas palabras neutrales que no se les puede asociar una emoción que las caracterice, pero también presentamos la teoría seguida en muchos estudios psicológicos que un estado anímico lleva implícito la asociación de palabras a los distintos conceptos de nuestro mundo, junto con otras características como diferencias notables en la velocidad de escritura, tiempo de decisión, etc. Lo que está claro es que los estados emocionales alteran el funcionamiento psicológico. Con esto queremos decir, que no todas, pero muchas de las palabras neutrales presentadas en LEW si que pueden tener asociada unos valores emocionales correspondientes con el estado anímico.

Anotamos que se está trabajando en construir una nueva LEW, a partir de un nuevo corpus que está siendo evaluado por humanos en un experimento que se está llevando a cabo y que tendremos que revisar para poder comparar resultados.

### 5.2.2. Resolver la desambiguación del significado

Por otro lado, en el modelo propuesto en el trabajo, se recupera el primer synset de WordNet, porque aceptamos que la primera acepción que ofrece el diccionario es la que mayor demanda, uso y frecuencia de aparición tiene. Y confiamos en que sea ese el significado con el que se quiere usar el concepto de entrada para llevar a cabo la generación del texto. Pero somos conscientes de que aquí entra en juego la desambiguación del significado, ya que en un tanto por ciento alto de casos se cumple esa suposición que el primer synset devuelto por WordNet es con el que tenemos que trabajar, pero si que hay que tener en mente que habría que realizar una desambiguación del significado del concepto de entrada para recuperar de WordNet el synset correspondiente. Cuando los términos que llegan a la fase de elección léxica emocional son polisémicos, el problema de desambiguación del significado es un factor determinante a la hora de generar el texto.

Por ejemplo, el concepto representado por la palabra *ball*, al buscarlo en WordNet, devuelve en su primer synset *game equipment* que es por regla general la acepción más utilizada. Pero en el synset correspondiente al Sense 4, viene la acepción de *dance*, que no tiene nada

que ver con el primer synset recuperado por la aplicación pero que si el concepto de entrada se refiere a un *formal dance*, perfectamente se puede usar *ball* como palabra que representa a ese concepto. Esta limitación de ambigüedad semántica tiene que ser tratada para evitar problemas a la hora de generar.

### 5.2.3. Mejorar la adaptación

La adaptación planteada en este trabajo, se basa en una emoción de entrada definida a partir de las dimensiones emocionales asociadas a ella, limitándonos así a generar textos adaptativos a partir de una elección léxica emocional en la que el algoritmo de selección tiene en cuenta la emoción de entrada para llevar a cabo la selección de la palabra que mejor identifica al concepto de entrada junto con la emoción de entrada.

Una manera de mejorar la adaptación del sistema, sería usar un modelo de usuario, en el que se almacenen por un lado el estado de ánimo del usuario junto con la personalidad del mismo. Aquí entran en juego distintas posturas a la hora de la generación, ya que el modelo de usuario, puede corresponder a la persona encargada de llevar a cabo la generación, no es lo mismo contar una historia cuando estás deprimido que cuando estás eufórico. Y por otro lado, el modelo de usuario puede corresponder al individuo hacia quien va dirigido el texto, intentando transmitir una emoción determinada.

El contar con un modelo de usuario, aporta mucha mas información que contar con la definición de una sola emoción. Y esa información se puede utilizar en otras etapas de la generación, no sólo en la elección léxica, ya que el estado ánimo, o datos significativos de la personalidad pueden influir en la construcción de las frases, en su estructura. De ahí, la mejora planteada en la adaptación del sistema a la hora de generar el texto.

Una manera de añadir información personalizada, es contar con una Lista de palabras emocionales adaptada a cada modelo de usuario. Así, la información emocional estaría mucho mas categorizada y organizada y el algoritmo de selección sería mucho mas adaptativo a la hora de elegir la palabra adecuada para representar el concepto, ya que estaríamos trabajando con una LEW personalizada para cada individuo.

#### 5.2.4. Uso de otros recursos software

El modelo abstracto presentado en este trabajo, pretende dar cobertura a distintos recursos léxicos y emocionales en las distintas fases del módulo de elección léxica emocional.

El prototipo implementado en el presente trabajo hace uso de TAP como generador automático de texto, de WordNet como fuente de las opciones léxicas y LEW para las connotaciones emocionales. A lo largo de la investigación hemos ido descubriendo la posible utilización de otras herramientas software que ahora presentamos.

El módulo de elección léxica emocional propuesto en el trabajo, como ya se ha explicado, se utiliza en el generador de texto TAP. Para futuras investigaciones, se puede probar sustituir en otros generadores de texto, el módulo aquí presentado y comparar resultados. También se puede pensar en que otras fases entran en juego las emociones para que se pueda hacer una generación de historias adaptativa y probar así con distintos generadores de historias para ver la carga emoción con la que generan.

En vez de usar WordNet como recurso léxico para recopilar las opciones léxicas, se puede pensar en usar base de datos léxicas u ontologías léxicas. Y en lugar de usar LEW como recurso emocional, ANEW y The General Inquirer, son posibles candidatos a realizar la tarea de LEW.

Se puede hacer uso de un sistema de marcaje automático de emoción en los textos, EmoTag [Francisco y Hervás2007] para marcar cada frase con una emoción y que sea esa emoción la que entre en juego en la elección léxica, así poder realizar la adaptación emocional por frases en vez de textos completos.

Un punto importante en EmoTag es el uso de una ontología de categorías emocionales, OntoEmo [Francisco y Gervás2008] que permite mejorar la comparación entre categorías y la obtención de categorías mas generales a partir de otras más específicas, mejorando de este modo la marcación y evitando problemas de exclusión de la emoción de entrada, ya que aunque la emoción de entrada no coincida exactamente con la marcada en la frase, haciendo uso de la ontología se puede ubicar sin problemas y llevar a cabo la elección léxica emocional.

Una posible mejora a gran escala, sería poder usar una ontología léxica, para relacionar conceptos que semánticamente son sinónimos pero que no se reconocen dentro del mismo synset de WordNet. Así podríamos acercarnos un poquito mas al lenguaje natural que usamos los humanos, ya que si al construir esa ontología se tiene en cuenta connotaciones que solo nosotros conocemos, dotaremos a la máquina de

información muy relevante que influye mucho a la hora de llevar a cabo la elección léxica en la generación de lenguaje natural.

A continuación, presentamos *WordNet Affect* que está incluido en la distribución de WordNet Domains 3.2. WordNet Affects cataloga cada synset con una categoría emocional, estableciéndose una jerarquía adicional de “etiquetas de dominio afectivo”. La principal característica que presenta esta herramienta es que dos sinónimos semánticos, con categorías emocionales asociadas distintas, pertenecen a dos synsets distintos, y esto se puede usar para solucionar el problema de que dos sinónimos con connotaciones emocionales distintas representen el mismo concepto. Por ejemplo, “eat” y “devour”, que son sinónimos pero el primero con una connotación neutral y el segundo con una connotación agresiva, pertenecen a synset distintos. Una posible propuesta sería usar WordNet para determinar la lista de sinónimos asociados al concepto, buscar cada sinónimo en WordNet Affect para determinar la emoción que tiene asociada y el problema que tendríamos sería que nuestra emoción de entrada debe venir definida de la misma forma que estén definidas en WordNet Affect, para poder llevar a cabo el algoritmo de selección de la mejor palabra candidata, según la emoción de entrada.

### 5.2.5. Mejorar el sistema de evaluación

Una manera de mejorar el sistema de evaluación, es llevando a cabo la elección léxica emocional usando herramientas software distintas. Ya que trabajando con las dimensiones emocionales, a parte de contar con la Lista de palabras emocionales (LEW) usada en esta propuesta, se pueden utilizar otras dos herramientas diseñadas como son *Affective Norms for English Words (ANEW)* y *The General Inquirer*.

La idea sería generar tres textos, usando para cada uno de ellos, cada una de las tres herramientas. Llevar a cabo una evaluación por humanos de los textos, para poder comparar resultados y sacar datos comparativos de las tres generaciones.

Se pueden generar textos que correspondan con cuentos infantiles ya que es un dominio que presenta un buen marco donde las emociones claramente participan en el esfuerzo de comunicación. Estos cuentos tratan de resumir las emociones que experimentan la mayoría de los niños en su camino a la madurez: alegría, tristeza, enfado, miedo, celos, ...

No hay que olvidar, que la evaluación es muy subjetiva en el terreno en el que nos movemos, ya que un mismo concepto anotado con la misma emoción, distintas personas lo pueden expresar con distintas palabras

dependiendo de la riqueza léxica con la que cuenten y de la expresividad que con ella expresen. Además hay que contar con el mayor punto de inflexión con el que contamos, que muchas palabras son neutrales para la mayoría de las personas, ya que tampoco estamos acostumbrados a pararnos y evaluar la carga emocional que transmitimos en nuestros mensajes a la hora de comunicarnos.

---

## Referencias

- [Aitchinson1987] Aitchinson, J. 1987. *Words in the Mind: An Introduction to the Mental Lexicon*. Basil Blackwell, Oxford.
- [Appelt1985] Appelt, D. E. 1985. Planning english sentences.
- [Bangalore y Rambow2000] Bangalore, S. y O. Rambow. 2000. Corpus-based lexical choice in natural language generation.
- [Bateman, Henschel, y Rinaldi1995] Bateman, John A., Renate Henschel, y Fabio Rinaldi. 1995. Generalized upper model 2.0: documentation. Informe técnico, GMD/Institut für Integrierte Publikations- und Informationssysteme, Darmstadt, Germany.
- [Beale y Viegas1996] Beale, S. y E. Viegas. 1996. Intelligent planning meets intelligent planners.
- [Bradley y Lang1999] Bradley, M.M. y P.J. Lang. 1999. Affective norms for english words (anew). *Technical Manual and Affective Ratings*.
- [Bringsjord y Ferrucci1999] Bringsjord, S y D Ferrucci. 1999. *Artificial Intelligence and Literary Creativity: Inside the mind of Brutus, a StoryTelling Machine*. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ.
- [Cahill1998] Cahill, Lynne. 1998. Lexicalisation in applied NLG systems. Informe Técnico ITRI-99-04.
- [Callaway y Lester2001] Callaway, Charles B. y James C. Lester. 2001. Narrative prose generation. En *Proceedings of the Seventeenth International Joint Conference on Artificial Intelligence*, páginas 1241–1248, Seattle, WA.
- [Cowie y Cornelius2003] Cowie, R. y R.R. Cornelius. 2003. Describing the emotional states that are expressed in speech. *Speech Communication Special Issue on Speech and Emotion*.
- [Davey1978] Davey, A. C. 1978. Discourse production.
- [Díaz y Flores2001] Díaz, Jose Luis y Enrique O. Flores. 2001. La estructura de la emoción humana: un modelo cromático del sistema afectivo. *Salud Mental*, páginas 19–35.

- [Edmonds y Hirst2002] Edmonds, P. y G. Hirst. 2002. Near-synonymy and lexical choice. *Computational Linguistics*, páginas 105–144.
- [Elhadad1992] Elhadad, Michael. 1992. *Using Argumentation to Control Lexical Choice: A Functional Unification-Based Approach*. Ph.D. tesis, Columbia University.
- [Fernández Castro et al.1997] Fernández Castro, J., R. Granero Pérez, N. Barrantes, y A. Capdevila. 1997. Estado de ánimo y sesgos en el recuerdo: papel del afecto. *Psicothema*, páginas 247–258.
- [Forster1976] Forster, K. L. 1976. Accessing the mental lexicon. *New Approaches to Language Mechanisms*. Amsterdam: North Holland, páginas 257–287.
- [Francisco y Gervás2008] Francisco, V. y P. Gervás. 2008. Ontology-Supported Automated Mark Up of Affective Information in Texts. *Special Issue of Language Forum on Computational Treatment of Language*, 34(1).
- [Francisco, Gervás, y Hervás2005a] Francisco, V., P. Gervás, y R. Hervás. 2005a. Análisis y síntesis de expresión emocional en cuentos leídos en voz alta. *Procesamiento del Lenguaje Natural*, (35):293–300.
- [Francisco, Gervás, y Hervás2005b] Francisco, V., P. Gervás, y R. Hervás. 2005b. Expresión de emociones en la síntesis de voz en contextos narrativos. En José Bravo y Xavier Alamán, editores, *Actas del primer simposio sobre computación ubicua e inteligencia ambiental (UCAmI'05)*, páginas 353–360, Granada, Spain, September.
- [Francisco y Hervás2007] Francisco, V. y R. Hervás. 2007. EmoTag: Automated Mark Up of Affective Information in Texts. En Corina Forascu Oana Postolache Georgiana Puscasu, y Cristina Vertan, editores, *Proceedings of the Doctoral Consortium in EUROLAN 2007 Summer School*, páginas 5–12, Iasi, Romania, July–August.
- [Fromkin1987] Fromkin, V. 1987. The lexicon: Evidence from acquired dyslexia. *Language*, páginas 1–22.
- [García, Hervás, y Gervás2004] García, C., R. Hervás, y P. Gervás. 2004. Una arquitectura software para el desarrollo de aplicaciones de generación de lenguaje natural. *Procesamiento de Lenguaje Natural*, 33:111–118.
- [Gervás2001] Gervás, P. 2001. An expert system for the composition of formal spanish poetry. *Selected papers from The Twentieth SGES International Conference on Knowledge Based Systems and Applied Artificial Intelligence, ES 2000, Peterhouse College, Cambridge, 11-13th December*, páginas 181–188.



- [Gervás et al.2005] Gervás, P., B. Díaz-Agudo, F. Peinado, y R. Hervás. 2005. Story Plot Generation based on CBR. *Journal of Knowledge-Based Systems*, 18(4-5):235–242.
- [Goldberg, Driedgar, y Kittredge1994] Goldberg, E., N. Driedgar, y R. Kittredge. 1994. Using natural-language processing to produce weather forecasts. *IEEE Expert*, 9:45–53.
- [Goldman1975] Goldman, N. 1975. Conceptual generation. En R. C. Schank, editor, *Conceptual Information Processing*. North-Holland and Elsevier, Amsterdam and New York, páginas 289–371.
- [Hervás et al.2006] Hervás, R., F.C. Pereira, P. Gervás, y A. Cardoso. 2006. A Text Generation System that Uses Simple Rhetorical Figures. *Procesamiento del Lenguaje Natural*, (37):199–206.
- [Lang1980] Lang, P.J. 1980. *Behavioural treatment and bio-behavioural assessment: Computer applications*. Ablex Publishing, Norwood.
- [Lavoie y Owen1997] Lavoie, B. y R. Owen. 1997. A fast and portable realizer for text generation. *Proceedings of the Fifth Conference on Applied Natural-Language Processing*, páginas 265–268.
- [León y Gervás2008] León, C. y P. Gervás. 2008. Cast: Creative storytelling based on transformation of generation rules. En P. Gervás R. Pérez y Pérez, y T. Veale, editores, *Proceedings of the 5th International Joint Workshop on Computational Creativity*.
- [Lin1998] Lin, D. 1998. Dependency-based evaluation of minipar. En *Proceedings of the Workshop on the Evaluation of Parsing Systems*, Granada, Spain.
- [Mahesh y Nirenburg1995] Mahesh, K. y S. Nirenburg. 1995. A situated ontology for practical nlp. En *Proceedings of the Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*, Montreal, Canada.
- [McKeown1985] McKeown, Kathleen R. 1985. Discourse strategies for generating natural-language text. *Artificial Intelligence*, 27(1):1–41.
- [Miller et al.1990] Miller, George A., Richard Beckwith, Christiane Fellbaum, Derek Gross, y Katherine J. Miller. 1990. Introduction to WordNet: An On-line Lexical Database. *Int J Lexicography*, 3(4):235–244.
- [Milosavljevic y Dale1996] Milosavljevic, M. y R. Dale. 1996. Strategies for comparison in encyclopedia descriptions. *Proceedings of the Eighth International Workshop on Natural-Language Generation*, páginas 161–170.
- [Moreno Ortiz2000] Moreno Ortiz, Antonio. 2000. Diseño e implementación de un lexicón computacional para lexicografía y traducción automática.

- [Morton1970] Morton, J. 1970. A functional model for memory. *New York: Academic Press*, páginas 203–254.
- [Niles y Pease2001] Niles, I. y A. Pease. 2001. Toward a standard upper ontology. En *Proceedings of the 2nd International Conference on Formal Ontology in Information Systems*, Ogunquit, Maine.
- [Oberlander y Mellish1998] Oberlander, Jon y Chris Mellish. 1998. Final report on the ilex project.
- [Peinado, Gervas, y Moreno-Ger2005] Peinado, F., P. Gervas, y P. Moreno-Ger. 2005. Interactive storytelling in educational environments. En *International Conference on Multimedia and ICT's in Education: Recent Research Developments in Learning Technologies*, volumen 3, páginas 1345–1349, Caceres, Spain. FORMATEX Badajoz, Spain.
- [Pemberton1989] Pemberton, L. 1989. A modular approach to story generation. En *4th European Conference of the Association for Computational Linguistics*, Manchester.
- [Pérez y Pérez1999] Pérez y Pérez, Rafael. 1999. *Mexica : a computer model of creativity in writing*. Phd thesis, University of Sussex.
- [Pérez y Pérez2007] Pérez y Pérez, Rafael. 2007. Employing emotions to drive plot generation in a computer-based storyteller. *Cognitive Systems Research*, 8(2):89–109.
- [Pérez y Pérez y Sharples1986] Pérez y Pérez, Rafael y Mike Sharples. 1986. Dictionaries in the mind. *Language and Cognitive Processes*, 1(3):171–185.
- [Pérez y Pérez y Sharples2001] Pérez y Pérez, Rafael y Mike Sharples. 2001. Mexica: a computer model of a cognitive account of creative writing. *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*, 13(2):119–139.
- [Pérez y Pérez y Sharples2004] Pérez y Pérez, Rafael y Mike Sharples. 2004. Three computer-based models of storytelling: Brutus, minstrel and mexica. *Knowledge Based Systems Journal*, 17(1):15–29.
- [Power, Cavallotto, y Pemberton1995] Power, R., N. Cavallotto, y L. Pemberton. 1995. The gist specification tool.
- [Quillian1968] Quillian, M. R. 1968. Semantic memory. *Semantic Information Processing*, páginas 27–70.
- [Reiter, Mellish, y Levine1995] Reiter, E., C. Mellish, y J. Levine. 1995. Automatic generation of technical documentation. *Applied Artificial Intelligence*, 9:259–287.
- [Reiter y Dale2000] Reiter, Ehud y Robert Dale. 2000. *Building Natural Language Generation Systems*. Cambridge University Press, Cambridge.

- [Reiter, Robertson, y Osman1999] Reiter, Ehud, Roma Robertson, y Liesl Osman. 1999. Knowledge acquisition for natural language generation. En *Proceedings of the Joint European Conference on Artificial Intelligence in Medicine and Medical Decision Making*, páginas 389–399.
- [Schank1969] Schank, Roger C. 1969. *A conceptual dependency representation for a computer-oriented semantics*. Phd thesis, University of Texas.
- [Scherer1979] Scherer, K.R. 1979. Personality markers in speech by k.r. scherer and h.giles(eds): Social markers in speech.
- [Semin y Fiedler1988] Semin, G.R. y K. Fiedler. 1988. The cognitive functions of linguistic categories in describing persons. *Journal of Personality and Social Psychology*, páginas 558–568.
- [Sharples1999] Sharples, Mike. 1999. *How we write: Writing as Creative Design*. Routledge, London.
- [Stede1996] Stede, Manfred. 1996. Lexical options in multilingual generation from a knowledge base. En Giovanni Adorni y Michael Zock, editores, *Trends in natural language generation: an artificial intelligence perspective*, número 1036. Springer-Verlag, páginas 222–237.
- [Stone et al.1966] Stone, P.J., D.C. Dunphy, M.S Smith, y D.M. Ogilvie. 1966. The general inquirer: A computer approach to content analysis. *MIT Press*.
- [Turner1992] Turner, Scott R. 1992. Minstrel: A computer model of creativity and storytelling. Informe Técnico UCLA-AI-92-04, Computer Science Department, University of California.



---

## Apéndice A

# Ejemplo de dimensiones emocionales

En la tabla correspondiente a este apéndice se muestra un subconjunto de los adjetivos almacenados en la LEW, de los cuales, se recuperan sus dimensiones emocionales, *Activación, Evaluación y Control*. Usando WordNet, se muestra la lista de palabras sinónimas a la palabra de entrada. Cada uno de los sinónimos se busca de nuevo en LEW para recuperar sus dimensiones emocionales.

Aquí podemos ver que en la versión de la LEW que se utiliza en este prototipo tiene un vocabulario muy limitado en el que muchos sinónimos recuperados de WordNet no están etiquetados emocionalmente en LEW y otros muchos como han sido incluidos por extensión de la lista, no por aparición en el corpus evaluado, según la construcción de la LEW, tienen asociadas las mismas dimensiones.

### **LAS DIMENSIONES EMOCIONALES DE ALGUNOS DE LOS ADJETIVOS DE LA LEW**

Palabra	Tipo	Dimensiones (A,E,C)	Sinonimos	Dimensiones
wonderful	adjective	(97,90,90)	extraordinary	(0,0,0)
invisible	adjective	(37,35,35)	occult	(0,0,0)
unfif	adjective	(114, 100, 100)	unsuitable	(0,0,0)
able	adjective	(68,55,55)	no tiene	
clever	adjective	(56, 50, 50)	artful	(0,0,0)
large	adjective	(102, 110, 110)	broad spacious wide	(0,0,0) (0,0,0) (0,0,0)
uneasy	adjective	(23, 25, 25)	strange	(72,60,60)
beautiful	adjective	(466, 430, 440)	fair sightly pretty lovely pleasant	(0,0,0) (0,0,0) (27,25,25) (131,120,120) (27,25,25)
curious	adjective	(27,25,25)	strange unusual	(72,60,60) (0,0,0)
whole	adjective	(70,70,73)	undivided full	(0,0,0) (141,135,135)
fated	adjective	(26,24,19)	sure certain	(55,50,50) (0,0,0)
joyous	adjective	(0, 0, 0)	gay jocund jolly jovial merry mirthful	(22,25,25)    (11,10,10)
bad	adjective	(24, 25, 25)	awful	(0,0,0)
tenebrious	adjective	(0, 0, 0)	dark	(31,30,30)
heartless	adjective	(0, 0, 0)	cruel unkind	(32,20,20)
preadolescent	adjective	(0, 0, 0)	young immature	(64,60,60) (0,0,0)
inculpable	adjective	(0, 0, 0)	innocent guiltless clean-handed	(26,25,25)
undersized	adjective	(0, 0, 0)	small little	(32,30,30) (899,795,787)
different	adjective	(0, 0, 0)	opposite	(10,10,10)
gratified	adjective	(0, 0, 0)	pleased	(53,62,60)
frightened	adjective	(14, 10, 10)	afraid	(13,10,10)
dangerous	adjective	(0, 0, 0)	treacherous unreliable	
glittering	adjective	(11, 10, 10)	bright	(13,10,10)

---

## Apéndice B

# Recurso léxico construido

En este apéndice vamos a presentar una pequeña muestra del recurso léxico construido a mano para el prototipo implementado en la propuesta. En una primer aproximación para este trabajo, el subconjunto de adjetivos de la LEW se ha agrupado en alrededor de noventa synsets. Aquí solo presentamos algunos de ellos.

**SYNSETS DE ALGUNOS DE LOS ADJETIVOS DE LA  
LEW**

palabra	lista de sinonimos
major	leading
white	achromatic albescent
likely	promising
joyous	gay merry happy laughing
shitless	afraid
overeager	eager
tenebrious	dark tenebrific tenebrous
dirty	profane
pleasing	sweet sweetish
rich	well to do well situated well off well heeled prosperous
manic	wild frenzied
iluminated	lighter than air light
innocent	irreproachable inoulpable blameless
young	preadolescent immature preteen
little	small undersize
appropriate	suited fit fit to
good	suitable right
big	large spacious